



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA LINHA DE SOBREMESAS  
PRONTAS A CONSUMIR E DETEÇÃO DE FALHAS DA QUALIDADE

HENRIQUE BRASINHA FERNANDES

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá  
Henriques  
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres  
Ferreira  
Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

ORIENTADOR

Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

CO-ORIENTADOR

Doutora Maria João Ramos Fraqueza

2017

LISBOA





UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA LINHA DE SOBREMESAS  
PRONTAS A CONSUMIR E DETEÇÃO DE FALHAS DA QUALIDADE

HENRIQUE BRASINHA FERNANDES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá  
Henriques  
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres  
Ferreira  
Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

ORIENTADOR

Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

CO-ORIENTADOR

Doutora Maria João Ramos Fraqueza

2017

LISBOA



## **Agradecimentos**

Primeiramente, gostaria de exprimir o meu profundo agradecimento ao meu orientador, que me acolheu na sua empresa, proporcionando-me uma experiência provavelmente única para um médico veterinário dentro das vertentes que compõe a Medicina Veterinária, e aprendi muito mais que competências do ramo.

Segundo, quero agradecer à minha coorientadora pelo contacto inicial, por toda a paciência e pela disponibilidade total oferecida.

Terceiramente, gostaria de estender os meus agradecimentos a todos os colaboradores da empresa X, pela amabilidade com que me receberam, pelo que me ensinaram e pelos vários momentos agradáveis que foram pontuando a minha estadia. Entre eles, gostaria de evidenciar o Dr. Edgar, o Dr. Malho, o Dr. Lourenço e a Dra. Mónica, não só por afinidade, como pela partilha de conhecimentos e especialmente pelo rol de competências extra académicas que me transmitiram.

Depois, tenho obrigatoriamente que agradecer à minha família todo o esforço que pôs para que eu conseguisse (com apenas um “pequeno” atraso) acabar o curso. O seu amparamento económico, absolutamente fundamental para a conclusão do curso, foi apenas suplantado pela absoluta dedicação e apoio.

Outro grupo importante foram os meus amigos, sendo este um grupo bem alargado, mas sejam os devotos, sejam os amigos de Lisboa, sejam os *nerds*, todos sem exceção me apoiaram de uma forma ou de outra.

Por último, um especial agradecimento à Melody. Por tudo. Pelas reestruturações, pelas revisões dos índices, pelos capítulos sugeridos, pelo apoio, direto e indireto.



## **Resumo**

### **Avaliação da capacidade produtiva de uma linha de sobremesas prontas a consumir e deteção de falhas da qualidade**

A presente dissertação visou caracterizar as diversas vertentes de uma linha de sobremesas para conhecer os seus parâmetros produtivos e para identificar potenciais fragilidades no processo.

Para a avaliação económica montou-se um sistema de controlo diário. Compararam-se os resultados entre os processos manuais e mecânicos, avaliando produtividade, aproveitamento, incorporação de água durante a confeção e quebra do produto final, parecendo evidente uma clara vantagem na utilização de métodos de produção mais mecanizados, especialmente no passo de preparação da matéria-prima (aproveitamento 60,0% vs. 65,6% e produtividade 49,8 kg/hora/trabalhador vs. 78,2 kg/hora/trabalhador), mas também na fase de embalamento (produtividade 73,1 kg/hora/trabalhador vs. 88,6 kg/hora/trabalhador), a taxa de quebra no método mecânico não mostrou diferenças estatisticamente significativas, mas apresenta uma maior variabilidade.

Para a caracterização nutricional avaliaram-se os nutrientes instituídos na declaração nutricional para rotulagem, energia total, lípidos totais, hidratos de carbono, açúcares totais, fibra dietética, proteína total e ácidos gordos saturados.

Para a caracterização microbiológica determinaram-se as unidades formadoras de colónia por grama dos seguintes grupos microbiológicos: Aeróbios totais a 30°C, Enterobacteriaceae e Bolores e leveduras, avaliando-se o estado hígido do produto final. As amostras mostram boa qualidade microbiológica.

Finalmente avaliaram-se os valores de pH (4,27),  $a_w$  (0,975) e o teor de patulina (< 5,0 µg/kg), sendo estes semelhantes aos *standards* da indústria, exceto o pH que deveria estar situado entre 3,4 e 4,0.

**Palavras-chave:** linha de produção, puré de maçã, custos de qualidade, produtividade, fruta

## **Abstract**

### **Evaluation of the productive capacity of a production line of ready-to-eat dessert and detection of quality defects**

The present dissertation aimed to characterize the different aspects of a dessert production line and to identify potential fragilities in the process.

For the economic evaluation a daily batch control system was set up. Results were compared between manual and mechanical processes, evaluating productivity, usage of raw material rate, and water incorporation during cooking and losses on the final product, indicating a clear advantage of using more mechanized production methods, especially when considering the preparation step (usage of raw material rate of 60.0% vs 65.6% and productivity 49.8 kg/worker/hour) but also in the packaging step (productivity 73.1 kg/worker/hour vs 88,6 kg/worker/hour), the loss rate using the mechanical methodology didn't show statistical differences but did show a higher variability.

For the nutritional characterization the nutrients established for labeling, total energy, total lipids, carbohydrates, total sugars, dietary fiber, total protein and saturated fatty acids were evaluated.

For the microbiological characterization the colony forming units per gram of the following microbiological groups were determined: Total aerobes at 30°C, Enterobacteriaceae and Molds and yeasts, thus evaluating the microbiological safety of the final product. These samples show a good microbiological quality.

Finally the pH (4.27),  $a_w$  (0.975) and the patulin (< 5.0 µg/kg) were evaluated being similar to the industry standards, except the pH value which should be lower, between 3.4 and 4.0.

**Key words:** production line, apple purée, quality costs, productivity, fruit





## Índice

I) Enquadramento do estágio .....	1
1. Local de estágio .....	1
1.1. Organização .....	1
1.2. Produtos .....	2
2. Atividades desenvolvidas durante o estágio .....	3
II) Revisão bibliográfica .....	8
1. Introdução .....	8
2. Evolução do setor alimentar .....	8
2.1. Produtos alimentares de 4ª gama .....	11
2.2. Produtos alimentares de 5ª gama .....	13
3. Descrição do processo de produção de uma linha de sobremesas prontas a consumir .....	13
3.1. Organização da unidade de produção .....	13
3.2. Esquema de produção .....	14
3.3. Formulação .....	16
3.3.1. Aditivos .....	17
3.3.1.1. Conservantes .....	17
3.3.1.2. Ácidos orgânicos .....	18
3.4. Estabilidade dos produtos prontos a consumir .....	18
3.4.1. Análise microbiológica .....	20
3.4.2. Atividade da água ( $a_w$ ) e pH .....	20
3.4.3. Potencial redução-oxidação (redox) .....	24
4. Segurança dos alimentos .....	24
4.1. Perigos biológicos .....	29
4.2. Perigos químicos .....	29
4.2.1. Patulina .....	29
4.3. Perigos físicos .....	30
5. Inovação de processo e produto .....	30
5.1. Melhoria contínua: Ciclo de Shewart .....	30
5.2. Gestão produtiva .....	32
5.3. Perceção de qualidade .....	33
5.4. Custos de qualidade .....	34
5.5. Processos de produção alternativos .....	34
5.5.1. Cook & chill .....	34
5.5.2. Cook & freeze .....	36
5.5.3. High Pressure Processing (HPP) .....	37

III) Estudo de caso: Avaliação da capacidade produtiva de uma linha de sobremesas prontas a consumir e detecção de falhas da qualidade .....	38
1. Objetivos .....	38
2. Material e métodos .....	39
2.1. Avaliação económica do processo de produção .....	39
2.1.1. Amostragem e recolha de dados .....	39
2.1.2. Medições peso .....	39
2.1.3. Medições tempo .....	39
2.1.4. Comparação das duas formas de preparação de matéria-prima: mecânica e manual .....	40
2.1.4.1. Aproveitamento preparação de matéria-prima .....	40
2.1.4.2. Produtividade preparação .....	40
2.1.5. Descrição quantitativa do processo de confeção e suas variáveis .....	40
2.1.5.1. Teor de água adicionada .....	40
2.1.5.2. Produtividade confeção .....	41
2.1.6. Comparação das duas formas de embalagem e selagem: mecânica e manual .....	41
2.1.6.1. Quebra do produto final .....	41
2.1.6.2. Produtividade embalagem e selagem .....	41
2.1.7. Tratamento estatístico .....	42
2.2. Avaliação laboratorial do produto final .....	43
2.2.1. Análise nutricional para elaboração da rotulagem .....	43
2.2.2. Determinação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos .....	45
3. Apresentação de resultados e discussão .....	46
3.1. Avaliação económica do processo de produção .....	46
3.2. Análise nutricional para elaboração de rotulagem .....	49
3.3. Determinação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos .....	51
3.3.1. Análise microbiológica .....	51
3.3.2. Parâmetros físico-químicos .....	52
4. Análise crítica do processo de produção de uma linha de sobremesas prontas a consumir .....	54
5. Conclusões e Perspetivas para trabalho futuro .....	54
IV) Referências bibliográficas .....	56
Anexo I .....	62
Anexo II .....	63

## Lista de figuras

Figura 1 - Empresas integrantes do Grupo Y, distribuídas pelas várias áreas de atuação .....	1
Figura 2 - Organograma da Empresa X .....	2
Figura 3 - Evolução da população ativa portuguesa por sexo de 1974 a 2016.....	9
Figura 4 - Anúncio Swanson T.V. <i>dinner</i> , na década 1950, promovendo tempo em família .....	10
Figura 5 - Anúncio Swanson T.V. <i>dinner</i> na década 1950, incidindo na facilidade e rapidez de confeção de uma refeição .....	10
Figura 6 - Descrição geral do funcionamento da produção .....	14
Figura 7 - Esquematização do corte manual das maçãs .....	15
Figura 8 - Fluxograma de produção de uma sobremesa pronta a consumir .....	16
Figura 9 - Rácio de deterioração relativa em sistemas de alimentos em função da atividade da água (a temperatura ambiente) .....	22
Figura 10 - Influência da atividade da água de uma solução ajustada com diferentes solutos: sucrose, frutose e glicerol na morte de <i>Salmonella typhimurium</i> .....	22
Figura 11 - Número de surtos relatados transmitidos por alimentos entre 1973 e 200825	
Figura 12 - Percentagem estimada e com um intervalo de confiança de 95% dos surtos divididos por grupo de alimento nos EUA .....	26
Figura 13 - Média estimada de toxinfecção com intervalo de confiança de 95% para intervalos de anos para frutas/nozes nos EUA.....	26
Figura 14 - Médias estimadas com intervalo de confiança de 95% de surtos de doenças transmitidas por alimentos causadas por norovírus atribuída a cada classe de alimento nos EUA .....	27
Figura 15 - Triângulo de restrições numa gestão de projeto .....	33
Figura 16 - Relatório analítico Controlvet .....	53

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Grupos de alimentos prontos a comer de acordo com a classificação do Instituto Nacional de Saúde (INSA) .....	19
Tabela 2 - Valores guia microbiológicos INSA .....	20
Tabela 3 - Momentos-chave do processo a avaliar .....	38
Tabela 4 - Matriz dos pontos a avaliar em cada fase chave da linha de produção .....	39
Tabela 5 - Lista de hipóteses nulas para cada um dos pontos a avaliar.....	42
Tabela 6 - Fatores de conversão, anexo XIV, do regulamento (UE) nº 1169/2011.....	44
Tabela 7 - Resultados da matriz de avaliação.....	49
Tabela 8 - Resultados obtidos para declaração nutricional do puré de maçã da Empresa X, comparativamente aos valores de referência.....	49
Tabela 9 - Caracterização microbiológica da sobremesa pronta a consumir.....	51

## Índice de abreviaturas

FIFO	First In, First Out
ASAE	Autoridade de Segurança Alimentar e Económica
DGAV	Direção Geral de Alimentação e Veterinária
SAP	System Analyses and Programme networking
USDA	United States Department of Agriculture
DDAMP	Dose Diária Admissível Máxima Provisória
IFPA	International Fresh-Cut Produce Association
RTE	Ready To Eat
UFC	Unidades Formadoras de Colónia
INSA	Instituto Nacional Saúde
$a_w$	Atividade da água
Redox	Redução-oxidação
GAP	Boas Práticas Agrícolas (Good Agricultural Procedures)
GMP	Boas Práticas Fabris (Good Manufacturing Procedures)
PCC	Ponto Crítico de Controlo
PDCA	Plan-Do-Check-Act
$p_k$	Constante de acidez
CEP	Controlo Estatístico do Processo
HPP	High Pressure Processing
MP	Matéria-prima
H0	Hipótese Nula
NP	Norma Portuguesa
EU	União Europeia
VRBD	Agar violeta de cristal vermelho neutro bÍlis glucose
EFSA	European Food Safety Authority
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
CE	Comunidade Europeia

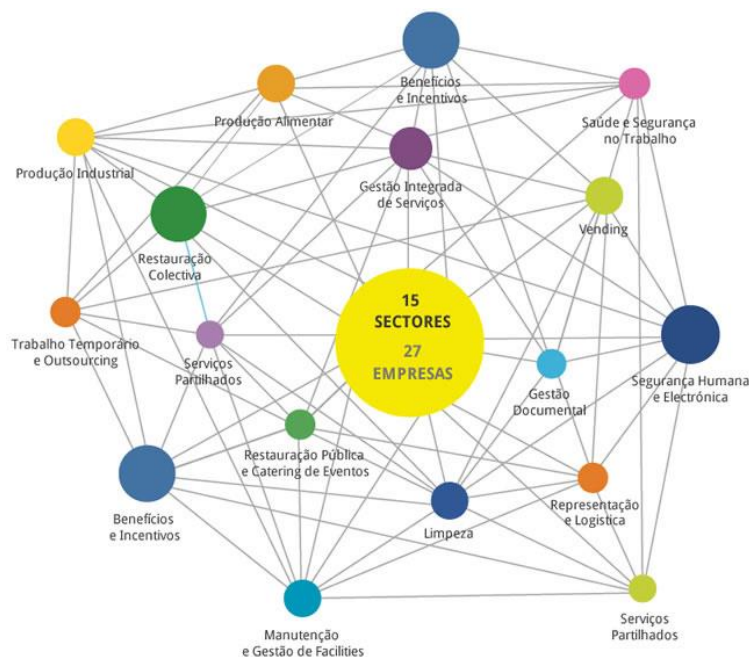


## I) Enquadramento do estágio

### 1. Local de estágio

O autor desenvolveu o seu estágio curricular do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária na Empresa X que está instituída no Grupo Y. Este é totalmente português e tem uma abrangente oferta de serviços, atuando nas áreas de restauração social e pública, *catering*, eventos, comercialização e logística de produtos alimentares, exploração de máquinas de venda automática de produtos alimentares, emissão e gestão de *tickets* de serviços, limpezas e desinfestações, segurança humana e eletrónica, serviços partilhados e gestão documental. Serve assim uma grande variedade de destinatários, desde empresas a organizações públicas e privadas, indústria e serviços de saúde, ensino, banca, forças armadas e de segurança. Na área alimentar, é responsável pelo fornecimento de mais de 95 milhões de refeições por ano, compreendendo um total de 20 empresas e mais de 20 000 colaboradores distribuídos pelos diferentes setores (Figura 1). Uma das empresas-chave no abastecimento dos serviços alimentares é a Empresa X. Foi adquirida com o intuito de suportar as outras empresas do Grupo Y em termos da produção de fruta transformada, sobremesas e sanduíches (Garcia, 2015, comunicação pessoal).

Figura 1 - Empresas integrantes do Grupo Y, distribuídas pelas várias áreas de atuação



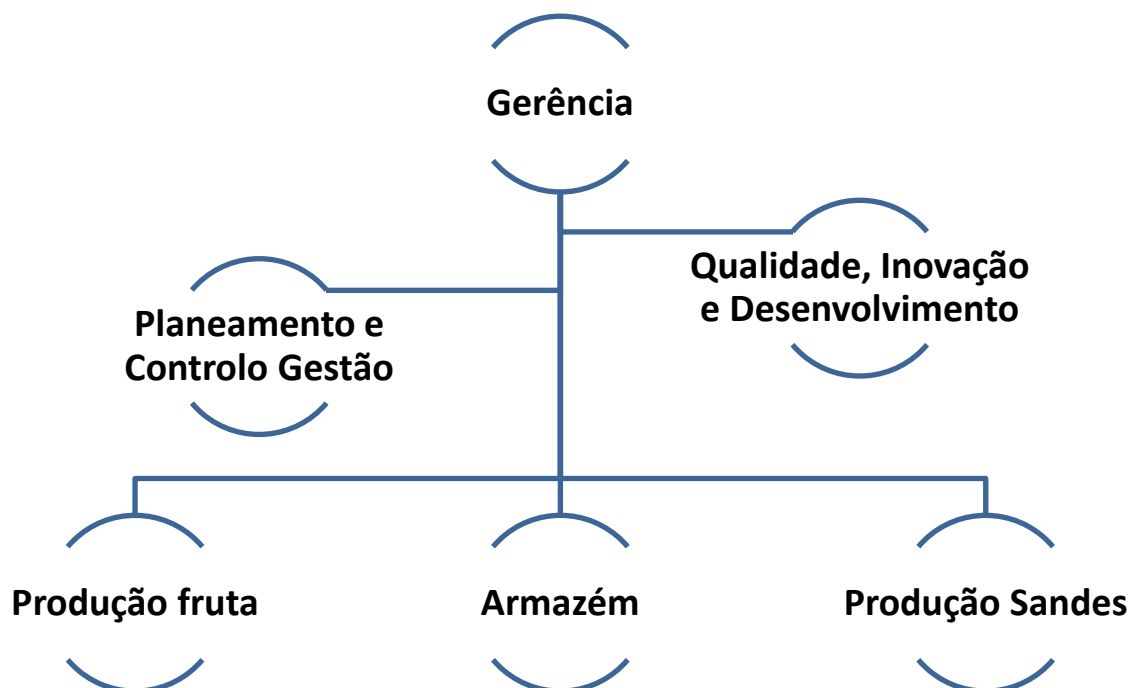
#### 1.1. Organização

A Empresa X é composta por vários departamentos hierarquicamente distintos, visando uma distribuição clara de responsabilidades e uma otimização do seu funcionamento.

Na base da produção encontra-se o departamento de transformação de fruta, que está encarregue pela produção na seção de fruta, o departamento de produção de sandes e o

armazém. O departamento de qualidade, inovação e desenvolvimento tem sob a sua alçada a garantia da qualidade e segurança dos alimentos, supervisionando todos os processos de produção e o funcionamento geral da fábrica. Todos estes departamentos são articulados pelo departamento de planeamento e controlo de gestão, que organiza as produções diárias e se encarrega das funções de gestão geral da empresa. Todos os departamentos reportam à gerência, que chefia a empresa e a representa dentro e fora do grupo (Figura 2).

Figura 2 - Organograma da Empresa X



## 1.2. Produtos

A Empresa X dedica-se principalmente à produção e comercialização de frutas processadas, sobremesas (mousses, gelatinas, purés, queques), sandes e sumos de fruta. A filosofia da empresa consiste no desenvolvimento de produtos frescos, saudáveis, saborosos, práticos e seguros, com um compromisso constante com a qualidade.

Na Empresa X, o maior volume de produção corresponde a frutas de 4ª gama que consistem em frutas frescas higienizadas, descascadas, cortadas ou seccionadas, embaladas e prontas a consumir que oferecem uma utilização total do produto com um alto valor nutritivo, frescura e conveniência (Lamikanra, 2002).

Os sumos de frutos também representam um volume de produção muito importante, principalmente os sumos à base de citrinos, nomeadamente laranja, limão e toranja. Para além destes, são também produzidos sumos *detox*, com base em vários frutos, vegetais e ervas aromáticas.



O departamento de produção de sandes recebe pão e outros artigos de pastelaria fina, recheia-os e embala-os para expedição. O grande volume de produção assenta em produtos à base de pão de cereais, croissants folhados e croissants brioches destinados ao *vending*, mas também para eventos de *catering*.

Devido à estratégia empresarial do grupo Y, o único cliente da Empresa X é uma outra empresa do grupo, uma empresa de distribuição, sendo esta que contacta com os clientes finais. Os produtos da Empresa X destinam-se à hotelaria, restauração, *catering*, *vending* e retalho.

## **2. Atividades desenvolvidas durante o estágio**

O estágio curricular, que culminou na presente dissertação de mestrado, foi realizado na Empresa X, no distrito de Lisboa, sob a orientação do Dr. Luís Garcia e coorientação da Professora Dr.<sup>a</sup> Maria João Fraqueza. Este iniciou-se a 19 novembro de 2015 e findou a 30 maio de 2016, num total de 700 horas, no departamento de qualidade, inovação e desenvolvimento, mas prestando sempre auxílio aos outros departamentos (gerência, produção fruta, produção sandes, armazém e planeamento e controlo gestão), tendo-se cumprido o horário laboral estabelecido pela empresa.

A interação com uma equipa multidisciplinar permitiu, não só o desenvolvimento de competências de trabalho em equipa, como a troca de conhecimentos sobre as várias temáticas envolventes à produção e ao ambiente fabril.

A Empresa X é uma empresa jovem em crescimento que emprega 8 pessoas de forma permanente e cerca de 20 trabalhadores temporários, com algum grau de variação sazonal, dependendo do volume de trabalho em causa.

Assim, foram desenvolvidas várias atividades a seguir descritas:

- Recolha de dados para avaliação da produtividade e custos da produção:

Num contexto fabril, conhecer as características produtivas é muito importante, pelo que estas devem ser calculadas e avaliadas regularmente para que se atualizem as estratégias produtivas ou para que se detetem problemas. No caso da fruta, há dois grandes parâmetros que devem ser mensurados, o aproveitamento da matéria-prima (MP), apresentado em percentagem de matéria-prima líquida sobre a matéria-prima bruta, ou seja, é a parte utilizável da fruta (as partes não utilizadas para a produção correspondem tipicamente a cascas e sementes) e a produtividade, medida de avaliação da quantidade de produção sobre unidade de tempo, sendo este parâmetro o mais importante na avaliação dos custos com mão-de-obra. Durante o estágio, efetuou-se um levantamento *in situ* de aproveitamentos e rendimentos de todas as frutas trabalhadas, sumos de fruta e algumas sobremesas. Estes

dados serviram de base para retificação de preços e para elaboração de folhas de registo para levantamento de custos diários de produção nos produtos mais importantes.

- Desenvolvimento de documentação técnica:

Colaboração ativa na criação de planos de higienização, instruções de trabalho, planos de trabalho e registos de execução de atividades.

- Execução de verificações à qualidade das matérias-primas e produtos acabados:

Execução de atos inspetivos a matérias-primas alimentares e não alimentares à receção, com preenchimento de toda a documentação associada (fatura, folha de estoque, entrada em sistema informático) bem como inspeção de produto acabado.

- Garantia da qualidade e segurança dos produtos produzidos, de acordo com a legislação e distintas normas:

Atualização de procedimentos devido a alterações nas normas portuguesas e legislação europeia (ex. rotulagem).

- Verificação da implementação e execução dos procedimentos e instruções de trabalho:

Os registos são essenciais aos processos produtivos para que se consigam acompanhar os processos de perto e para que haja um registo das operações, estoques, características dos produtos, entre outros. As folhas de registo devem ser desenhadas tendo de base certas considerações como, por exemplo, devem sempre ter espaço suficiente para que seja fácil de preencher, devem ter um aspeto padronizado para registos semelhantes, mas com características que as tornem únicas para que não sejam confundidas.

Revisão e aplicação de vários procedimentos e instruções de trabalho, bem como formação *on the job*. Os trabalhos mais importantes foram instruções de trabalho de utilização, manutenção e limpeza de equipamentos e procedimentos de produção de sumos de fruta.

- Formação de colaboradores:

Elaboraram-se e apresentaram-se três ações de formação formal junto dos colaboradores, subordinados aos temas “Seleção de matérias-primas e patulina”, “Preenchimento de folhas de registo HACCP” e “Regras de amostragem”. Realizaram-se diversas formações *on the job* sobre amostragem, preenchimentos de folhas de registo, operação e manutenção de equipamentos.

- Organização da atividade industrial:

Um espaço físico reduzido em combinação com muitos processos a decorrer simultaneamente, com passos confluentes, levam por vezes à ineficácia dos processos, a confusões de fluxo e a ineficiência, podendo chegar a por em causa a segurança dos alimentos. Assim, colaborou-se na organização da atividade fabril de modo a reduzir todos os aspetos negativos referidos. A criação de métodos para garantir o princípio FIFO (*first in, first out*), alterações no processo de eliminação de resíduos e organização física do espaço de trabalho de forma a reduzir o fluxo de pessoal foram também alvo de melhoria.

- Participação na gestão de recursos humanos e recursos materiais de forma eficaz e eficiente, em função do nível de produção:

Devido à grande variação no nível de produção ao longo da semana e de semana para semana e à reduzida data de validade dos produtos, não permitindo fazer armazenamento de produto acabado, tornou-se necessário otimizar os recursos humanos e materiais em conformidade com as encomendas. Participação na gestão de encomendas de matéria-prima, *inputs* nos horários das colaboradoras e contratações pontuais através de uma empresa de trabalho temporário.

- Registo e interpretação dos resultados técnicos recolhidos no decorrer da laboração:

Registo, a interpretação e o relato de resultados técnicos diários, durante a produção destinada a eventos, e mensais para projetos definidos como prioritários.

- Participação na gestão dos estoques de matéria-prima e produto final:

Um grande número de referências de produtos está intimamente ligado a um grande número de referências de matérias-primas, sejam alimentares ou não alimentares, aliado ao facto de que a indústria de alimentos prontos a consumir tem sempre alguma variação na sua produção e não pode fazer armazenagem de produto acabado, leva a diferenças de inventários. Por isso, elaboração e introdução inventários a toda a linha mensal de matéria-prima e produto final, de forma regular e rigorosa.

- Ensaio e validação de novos produtos e processos:

Participação em ensaios e validações de novos produtos e processos, tanto a pedido do cliente como por iniciativa própria, para aproveitamento de aparas ou para melhoria de processos e produtos. Os produtos em causa dividem-se em fruta de 4ª gama, sumos de fruta e sobremesas. Uma das iniciativas com mais sucesso consistiu numa reformulação da receita de mousse de chocolate, em que a nova fórmula permite congelação do produto final e um custo de matéria-prima menor, com qualidades organoléticas semelhantes ou melhores perante um painel interno de testes.

- Desenvolvimento de material de suporte à atividade comercial:

Criação de um folheto de produtos, produzido para contato com o cliente. Foi improvisado um pequeno estúdio de fotografia para levantamento visual dos produtos e as fotografias foram tratadas e dispostas no folheto.

- Levantamento e controlo de custos de qualidade:

Execução do levantamento de custos da qualidade. Os custos de qualidade são muito importantes num contexto fabril, enquanto os custos de prevenção e avaliação são de difícil mensuração. Os custos relativos às falhas são particularmente importantes por levarem ao agravamento dos custos de produtos já produzidos, conduzindo à perda de todo o custo de produção do produto acabado. Montagem de um sistema de avaliação e controlo de peso de embalagem.

- Acompanhamento de inspeções e auditorias internas e externas de segurança alimentar:

As auditorias podem ter vários objetivos, podem ser internas ou externas, e serem de carácter económico ou de segurança alimentar. Participação e acompanhamento de várias auditorias de segurança alimentar, tanto internas como externas (ASAE (Autoridade de Segurança Alimentar e Económica) ou a DGAV (Direção Geral de Alimentação e Veterinária)), acompanhando os auditores ou, no caso das auditorias internas, a diretora da qualidade ou o Dr. Luís Garcia.

- Utilização e manutenção de equipamentos:

Numa empresa consideravelmente pequena, como a Empresa X, há um interesse em fazer um grande número de produtos para que se consiga assegurar um número mínimo de clientes. Assim, compreensivelmente, são utilizados vários tipos de equipamentos para diferentes operações unitárias. Estudo sobre o funcionamento dos vários equipamentos utilizados na fábrica, bem como sobre problemas comuns e de manutenção. Criação de uma folha para registos de anomalias de equipamentos para determinar os problemas mais comuns e depois elaborar fluxogramas, de modo a que mais celeremente se consigam chegar às soluções para esses problemas.

- Análise microbiológica, nutricional e físico-química:

Devido às alterações na legislação da rotulagem, análise nutricional no laboratório de tecnologia da Faculdade de Medicina Veterinária e também análises microbiológicas e físico-químicas.

- Sistema SAP (*System Analyses and Programme networking*):

Implementação de um programa informático de gestão SAP. Este programa foi desenhado com o intuito de facilitar as várias operações de planificação de ordens de produção, formulação de produtos, controlo de custos, faturação de produtos, inventariação, controlo de estoques, encomendas, entre outros. Implementação da utilização do sistema para formulação, planeamento e confirmação de ordens de trabalho, encomenda de matéria-prima, inventariação e correção de erros de movimento de mercadorias. Colaboração na criação de procedimentos de rotina para uma utilização correta e ergonómica do sistema.

## II) Revisão bibliográfica

### 1. Introdução

A atividade de gestão empresarial engloba processos que lhe são fundamentais e outros que lhe servem de suporte. William Deming refere que *“Without data you’re just another person with an opinion.”* (Sem dados és apenas mais uma pessoa com uma opinião.), *“If you can’t describe what you are doing as a process, you don’t know what you’re doing.”* (Se não consegues descrever o que estás a fazer como um processo, não sabes o que estás a fazer.) e *“Learning is not compulsory... neither is survival.”* (Aprender não é obrigatório... também não é obrigatório sobreviver.), enquadrando desta forma os princípios fundamentais daquilo que é a atividade de gestão empresarial (The W. Edwards Deming Institute, 2017).

No atual mercado, profundamente competitivo, as empresas são obrigadas a conhecer ao mais ínfimo detalhe os seus processos e produtos, para tomarem decisões corretas baseadas na evidência. Esta necessidade vem da pressão da atividade comercial onde estão inseridos, assim como dos requisitos legais que lhe são impostos sendo, no setor alimentar, necessária a implementação do sistema HACCP, mas também porque dela decorre um maior retorno económico (Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association, 1993; Torres, 2013).

Neste momento, as grandes empresas já estão totalmente familiarizadas com todas as condicionantes internas, investindo cada vez mais em relações externas e no conhecimento do cliente, das suas necessidades, das suas expectativas e o seu comportamento. É este esforço que irá dar uma maior vantagem competitiva às empresas (Kerzner, 2013; Kotler, Armstrong, Saunders, & Wong, 2015; Mitra, 2016).

Os dados levantados na elaboração deste estudo serão importantes não só para a avaliação da linha de sobremesas e como base para fundamentar futuros investimentos, mas também para o desenvolvimento de metodologias de avaliação para as outras linhas de produção.

### 2. Evolução do setor alimentar

A capacidade de armazenar grandes quantidades de alimentos teve um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades humanas, visto que permite aumentar o número de pessoas no grupo que podem ficar mais sedentárias e que conseqüentemente desenvolvem o local onde habitam. Existem provas paleontológicas da utilização de técnicas de conservação de alimentos que remontam ao período pós-glacial de 15 000 a.C. a 10 000 a.C. e a utilização de técnicas recorrendo a métodos biológicos de 6000 a.C. a 1000 a.C., possibilitando a produção de vinho, cerveja, queijo, iogurte, pão, vinagre e manteiga (Soomro, Masud, & Anwaar, 2002).

Em 1795, o imperador Napoleão de França disponibilizou um prémio para quem propusesse um método de conservação prático e seguro para ser utilizado no seu exército (Flandrin & Montanari, 2013), e em 1809 Nicholas Appert chegou à solução de fechar um alimento em

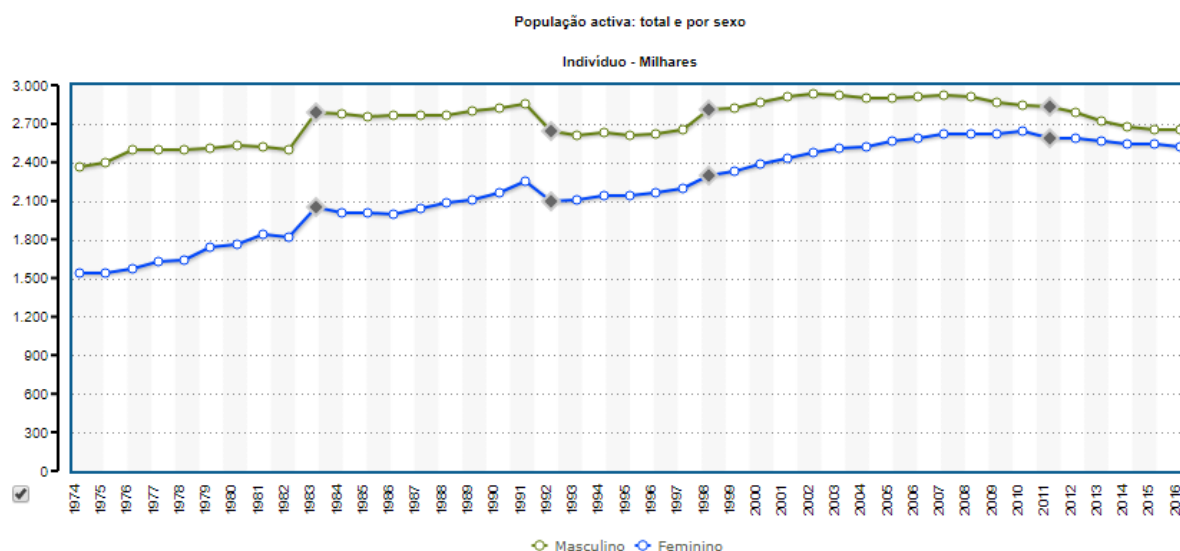
garrafas e depois aquecer o seu conteúdo, destruindo assim os microrganismos presentes no produto, apesar de à época ainda ser desconhecido que eram os causadores da deterioração (Light & Walker, 1990; Yildiz & Wiley, 2017).

Só em 1864 é que Louis Pasteur chegaria à conclusão que microrganismos estariam envolvidos nas reações de deterioração dos alimentos (Hook, 2011). Pouco tempo depois, Peter Dunrand aplicou o mesmo princípio das garrafas de vidro de Nicholas Appert, mas com latas de metal, mais resistentes e económicas (Yildiz & Wiley, 2017).

Em 1940 foi alcançada a tecnologia necessária para permitir a produção de frigoríficos e congeladores a baixo custo para utilização caseira, e a esta mudança seguiram-se rapidamente outras técnicas industriais de conservação como desidratação artificial, embalamento a vácuo, ionização, irradiação e preservação química (Soomro et al., 2002).

A Segunda Guerra Mundial também impulsionou mudanças a nível socioeconómico, as mulheres ganharam um lugar desde então inapagável na indústria, levando a um menor tempo despendido em casa e consequente menor tempo disponível para tarefas caseiras, como cozinhar refeições diariamente para toda a família e dedicar-se a processos morosos de conservação de produtos alimentares a longo prazo como secar, salgar ou fazer compotas, entre outros (Geyzen, 2015). Desde então, o número de mulheres trabalhadoras tem crescido constantemente e esta evolução é facilmente observável na Figura 3 (Comissão para a Igualdade no Trabalho e no Emprego, 2010; Lamikanra, 2002).

Figura 3 - Evolução da população ativa portuguesa por sexo de 1974 a 2016 (FFMS (2016))



Tendo um mercado com estas exigências e as tecnologias disponíveis, verificou-se um aumento do consumo de refeições pré-preparadas que, apesar de mais dispendiosas, têm um tempo de preparação menor (Erkan & Yildirim, 2017; Slater, Sevenhuysen, Edginton, & O'neil, 2012).

Por exemplo, na década de 1950 começaram a produzir-se os chamados *TV dinners*, uma refeição pronta a consumir, só sendo necessário aquecimento no forno (Kotzekidou, 2016). O mercado alvo para estes eram mulheres e promoviam tempo em família, como se vê na Figura 4, ou então permitiam servir uma refeição rapidamente pronta, como demonstrado na Figura 5.

Figura 4 - Anúncio Swanson *TV dinner*, na década 1950, promovendo tempo em família



Figura 5 - Anúncio Swanson *TV dinner* na década 1950, incidindo na facilidade e rapidez de confeção de uma refeição





Na década de 70, os restaurantes adotaram muito rapidamente vegetais prontos a usar, pois estes apresentam aproveitamento integral e não requeriam tanto investimento de tempo nos pontos altos de atividade (Institute of Medicine & National Research Council Committee, 2003; Lamikanra, 2002).

Outro ponto histórico importante deu-se nas décadas de 80 e 90, com o aumento de organizações específicas para a indústria que contribuíram para a troca de informação e desenvolvimento de técnicas e equipamentos (Lamikanra, 2002). Este fenómeno foi muito relevante para o desenvolvimento de novos materiais que permitiram melhorar a conservação de alimentos, dentro dos quais, os alimentos prontos a consumir (Yam, 2009).

O consumo deste tipo de produtos tem aumentado ainda mais com a crescente valorização de passar tempo com a família e em atividades de lazer, visto que proporcionam a liberdade de dedicar o tempo livre a atividades que se consideram mais importantes (Slater et al., 2012). Mais recentemente observou-se também um considerável aumento do número de jovens adultos que prolongam os seus estudos até à faculdade e que, devido a vários fatores, como pouco tempo livre e dificuldade de implementação de rotinas, vão também eles acabar por consumir uma maior quantidade de comida pré-feita (Ahlgren, Gustafsson, & Hall, 2005; Pelletier & Laska, 2012).

A indústria de comida pronta a consumir é uma das que mais consistentemente tem crescido no nosso tempo, desenvolvendo produtos cada vez mais diversificados e que requerem menor tempo de confeção, tendo sido muito bem aceites no mercado e pelo consumidor (Çandır, 2017; Pelletier & Laska, 2012; Yildiz & Wiley, 2017).

Do lado do produtor, há também vantagens óbvias resultantes da preparação de produtos prontos a comer, sejam elas simplesmente por agregarem valor acrescentado, mas principalmente porque melhoram a logística de distribuição (diminui o peso/volume de distribuição porque os artigos não contêm partes não edíveis), tempos de produção (não requerem tempo de preparação, ou este é muito reduzido) e armazenamento (previne a necessidade de armazenar as partes não edíveis do alimento).

## **2.1. Produtos alimentares de 4ª gama**

Um produto alimentar de 4ª gama é um alimento à base de frutas e legumes sujeitos a processamento mínimo, embalado, pronto a consumir.

A Organização Mundial de Saúde relaciona um baixo consumo de frutas e vegetais com uma maior probabilidade de se contraírem doenças não infecciosas como diabetes, doenças cardiovasculares, várias formas de cancro, entre outras (Kalia & Rajinder, 2006; Lock, Pomerleau, Causer, Altmann, & McKee, 2005; Yildiz & Wiley, 2017). Nos Estados Unidos da América, no período entre 1988 e 2002, apesar de campanhas de promoção do consumo de frutas e vegetais em 1991, não houve um aumento do consumo entre 1999 e 2002 e apenas

uma pequena fatia da população consumia a dose diária recomendada (Casagrande et al., 2007).

Fazendo com que estes produtos sejam mais apetecíveis e disponíveis, consegue-se aumentar o seu consumo (Kalia & Rajinder, 2006), por exemplo, em Nova Iorque há estações móveis de preparação e venda de fruta pronta a consumir que vem competir com outros alimentos como cachorros quentes, hambúrgueres ou gelados; esta tendência está também a surgir em Lisboa (Bomon, 2016, comunicação pessoal).

Esta disposição refletiu-se num estudo do *United States Department of Agriculture* (USDA) que relata um aumento superior a 10% entre 1990 e 1998 do consumo de frutas e vegetais (Hedberg, MacDonald, & Osterholm, 1994; Institute of Medicine & National Research Council Committee, 2003; Kaufman, Handy, McLaughlin, Park, & Green, 2000).

A *International Fresh-cut Produce Association* (IFPA) define *fresh-cut* como “qualquer fruta, vegetal ou combinação destes que tenha sido fisicamente alterada da sua forma original, mas que ainda assim seja considerada fresca” (IFPA, 2001).

Historicamente, estes produtos eram produzidos partindo de matérias-primas de menor qualidade, como uma maneira de reaproveitar matéria-prima de outros processos, mas prontamente se chegou à conclusão de que esta prática era impeditiva da criação de um produto com as características desejadas (por exemplo, era mais difícil manter uma salada com um aspeto fresco). Este fator, combinado com o grande crescimento dos chamados *salad bars*, levou a que se investisse em novas tecnologias e melhores matérias-primas para que se chegasse às metodologias atuais (Hedberg et al., 1994; Lamikanra, 2002). Hoje em dia é recomendado utilizar matérias-primas de altíssima qualidade e até a utilização de certas variedades específicas para este tipo de produto (Erkan & Yıldırım, 2017). A diminuição da firmeza e a perda de integridade correspondente é a causa primária da baixa qualidade e inviabilidade de venda da fruta *ready to eat* (RTE) (Lamikanra, 2002).

As frutas RTE não são tratadas termicamente, sendo necessário que sejam manuseadas e armazenadas em ambiente refrigerado (inferior a 5°C) para que se garanta segurança microbiológica e que se obtenha um tempo de prateleira aceitável (Lund, 1992; Yildiz & Wiley, 2017). Este é limitado não só pela deterioração dos alimentos por parte dos microrganismos mas também devido a alterações que, apesar de não estarem associados a perda de segurança, inviabilizam a venda do produto como dessecação, descoloração, escurecimento ou branqueamento, aparecimento de sabores ou cheiros estranhos que advêm principalmente de alterações enzimáticas ou reações de oxidação-redução (Erkan & Yıldırım, 2017; Rosen & Kader, 1989).

## **2.2. Produtos alimentares de 5ª gama**

Os produtos de 5ª gama correspondem a produtos processados prontos a consumir. No caso do produto sobre o qual o estudo incidirá mais aprofundadamente, o puré de maçã, este corresponde a um produto cozinhado, embalado e pronto a consumir.

Como será descrito nos capítulos subsequentes, a matéria-prima e o esquema geral de produção é muito semelhante àquele da fruta de 4ª gama e, portanto, partilha muitas das suas peculiaridades produtivas, de segurança e características económicas.

A grande diferença encontra-se no passo final de cozedura que confere ao produto final uma maior estabilidade organolética pela inativação das enzimas naturais presentes na fruta e dos microrganismos presentes nesta, e destrói grande parte da microflora patogénica.

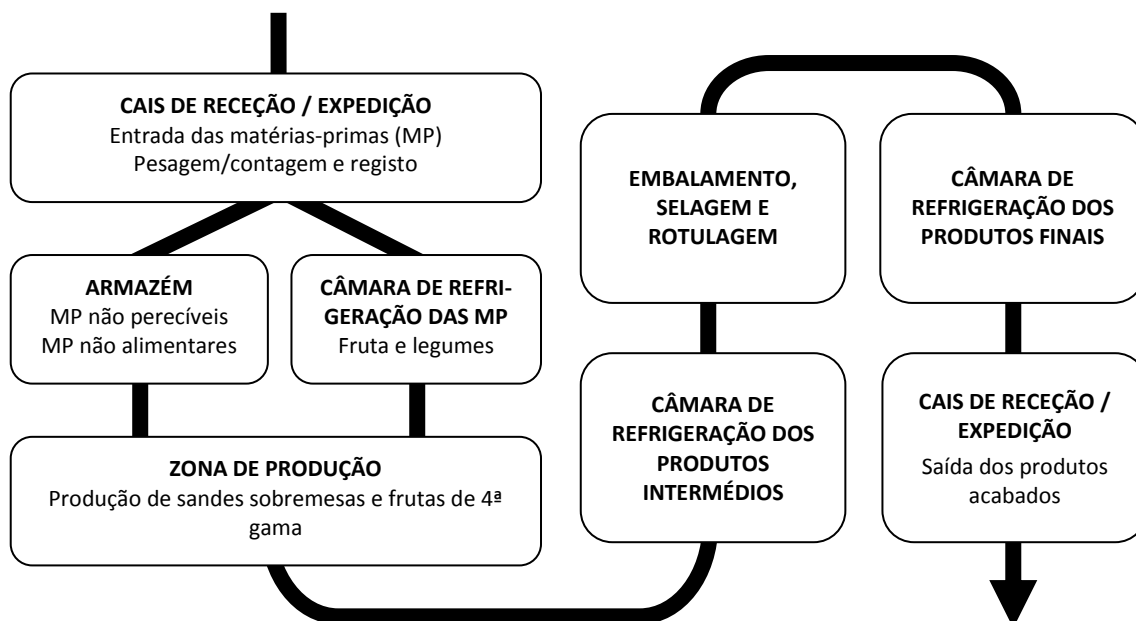
## **3. Descrição do processo de produção de uma linha de sobremesas prontas a consumir**

### **3.1. Organização da unidade de produção**

As instalações da unidade de produção estão divididas em várias seções: a zona de corte de fruta, a zona de cozinha, duas câmaras de refrigeração e uma de congelação, o armazém de matéria-prima não alimentar, a área de receção/expedição, os sanitários/balneários, o armazém de produtos de limpeza, o refeitório e os escritórios.

Como representado na Figura 6, o esquema de produção segue um percurso "*one-way*", iniciando-se pela entrada da matéria-prima no cais de receção/expedição, onde é pesada e registada, e armazenamento no armazém ou na câmara de refrigeração de matéria-prima, para matéria-prima não perecível e perecível (ex. fruta e legumes), respetivamente. As matérias-primas são organizadas e retiradas do armazenamento de acordo com o princípio FIFO (*First In, First Out*) e, após o processamento na zona de produção, os produtos finalizados, mas ainda não embalados, são armazenados na câmara de refrigeração dos produtos intermédios. Após passar por selagem e rotulagem, aguardam expedição na câmara de refrigeração dos produtos acabados.

Figura 6 - Descrição geral do funcionamento da produção



### 3.2. Esquema de produção

Primeiramente, a matéria-prima é rececionada no cais de receção/expedição, é pesada, é-lhe atribuído um número de lote interno e depois armazenada na câmara de refrigeração onde é mantida a uma temperatura inferior a 10°C. É também avaliada segundo o seu grau brix e estado de conservação. Os graus brix traduzem o conteúdo de açúcar numa solução aquosa, neste caso o sumo da fruta. É importante que esteja numa certa gama de valores para que o produto final tenha as características organoléticas desejadas (Potter & Hotchkiss, 1998).

No âmbito da fruta e vegetais, a qualidade corresponde a uma combinação de atributos, propriedades ou características que vão ao encontro das expectativas do consumidor. Os parâmetros de qualidade incluem aparência, textura, *flavor* e valor nutritivo. A sua importância relativa depende, entre outros, do produto, da facilidade de consumo, se é consumido fresco ou processado (Erkan & Yildirim, 2017; Lamikanra, 2002).

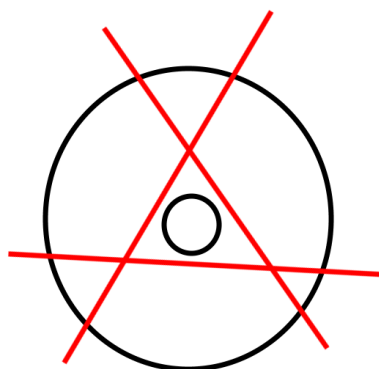
A qualidade da fruta quando ainda está intacta depende de vários fatores como a subespécie em causa, as técnicas de cultura, as condições meteorológicas durante a cultura e as técnicas de colheita. No caso de produtos prontos a consumir, as operações de manipulação, as condições de armazenamento e o tempo decorrido entre a colheita e a preparação são absolutamente determinantes; em produtos transformados, são de menor importância do ponto de vista das características produtivas (Erkan & Yildirim, 2017; Kalia & Rajinder, 2006; Lamikanra, 2002).

Outros fatores importantes são o método de preparação da fruta, nomeadamente o número e qualidade dos cortes (menos cortes com uma lâmina bem afiada resultam num produto mais estável), as manipulações corretas posteriores à transformação como sejam o acondicionamento, velocidade de arrefecimento, manutenção à temperatura indicada,

humidade relativa, expedição diligente e manutenção das condições corretas de higiene dos locais de armazenamento (Erkan & Yildirim, 2017; Kalia & Rajinder, 2006; Lamikanra, 2002).

Quando necessária, há entrada da maçã para a área de produção, onde é higienizada num tanque de imersão com recurso a uma solução desinfetante com um teor de cloro entre 120 e 150 ppm (Erkan & Yildirim, 2017). É depois descascada e descaroçada manualmente com recurso a uma faca (segundo o esquema representado na Figura 7) ou mecanicamente com recurso a uma máquina de descasque (AS4). A fruta preparada é armazenada numa tina com uma solução concebida para prevenir que oxide e consequentemente escureça, dando uma tonalidade menos desejável ao produto final.

Figura 7 - Esquemática do corte manual das maçãs



Legenda:

Preto – esquematização da maçã em corte transversal

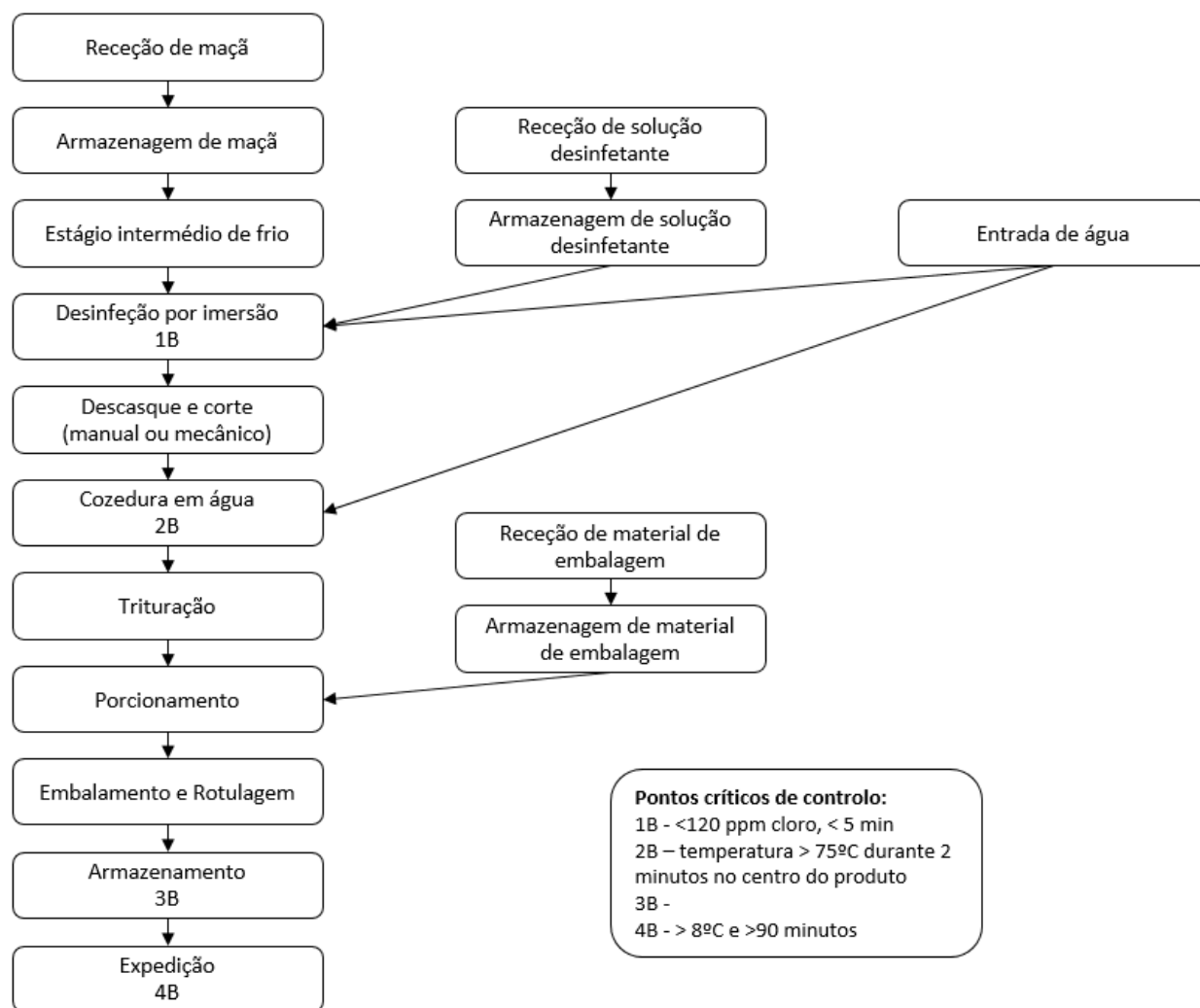
Vermelho – linhas de corte

A fruta é depois passada para uma das marmitas da zona de produção de sobremesas, sendo adicionada água e, após cozedura, homogeneiza-se o preparado com recurso a uma trituradora até não restarem partes sólidas, adicionando-se um conservante. Deixa-se que ocorra evaporação até à consistência desejada.

Depois deste passo, retira-se o preparado da marmita e distribui-se pelas embalagens desejadas, sejam taças de 100 g, baldes de 1 kg ou de 3 kg. As taças de 100 g são doseadas, seladas e rotuladas mecanicamente, os baldes são doseados, selados e rotulados manualmente.

O produto final passa depois à câmara de refrigeração de produto final (mantidas entre 0°C a 4°C), onde fica até ser expedido. A metodologia descrita encontra-se esquematizada na Figura 8, estando assinalados os pontos críticos de controlo. Mais informação sobre estes encontra-se no Anexo I.

Figura 8 – Representação pictórica da linha de produção de uma sobremesa pronta a consumir



### 3.3. Formulação

O ingrediente maioritário é, evidentemente, a maçã, podendo ser usadas as mais diversas variedades (Sinha, 2006; Traverso, 2011). Podem adicionalmente acrescentar-se várias combinações de ingredientes para melhorar as propriedades organoléticas do produto final, tornando-o mais apetecível. Os mais utilizados são açúcar, gengibre, outros frutos e/ou canela; estes dão uma valorização organolética e têm até algumas propriedades de conservação (O'Donnell & Tracy, 2010; Sinha, 2006; Traverso, 2011).

Na Empresa X estas formulações estão ainda em fase de avaliação, sendo o puré de maçã produzido apenas a partir de maçã cortada e descascada, água e sorbato de potássio como conservante. A proporção entre a quantidade de maçã e de água inicial usada é de cerca de 60% da massa inicial de maçã, diminuindo esta até cerca de metade da massa total da maçã preparada. Esta quantidade é avaliada pela consistência atingida durante a confeção, ou pela adição de água, ou deixando mais tempo na cozedura, conforme a viscosidade que o puré demonstre durante a confeção; o teor de água é o fator mais importante para a viscosidade do produto acabado (Saravacos, 1970).

Como é um alimento mais processado, variações na qualidade da matéria-prima apresentam um impacto menor na qualidade do produto final, pelo que o fator mais importante para a escolha da variedade de maçã a utilizar é o seu preço. Normalmente é usada uma maçã de refugo da produção de 4ª gama que, apesar de sã, não apresenta as características organoléticas (maçã farinhenta) ou visuais adequadas (defeitos epidérmicos); outra maçã comumente usada é a *Jonagored* calibre 80+ que, devido ao seu tamanho, permite melhores valores de produtividade (kg produzidos por hora) e, devido ao seu preço, permite melhor rentabilidade (maior margem de lucro por kg). No entanto, é também usada muitas vezes a maçã Golden até ao calibre 65/70 que, devido ao seu tamanho e características, permite a utilização de maquinaria de descasque.

É utilizado também um aditivo alimentar, o sorbato de potássio, como meio de controlar o pH, diminuindo-o e tornando assim mais adversas as condições para desenvolvimento microbiológico e inibindo o desenvolvimento de bolores e leveduras no produto acabado. Inconvenientemente, se usado em excesso, este aditivo pode deixar um sabor acre ao qual algumas pessoas são mais sensíveis que outras e pode ainda levar a uma separação de fases entre a parte líquida e sólida do puré, devido às propriedades anti-humectantes do sorbato de potássio.

### **3.3.1. Aditivos**

As primeiras instâncias da utilização de aditivos remontam à descoberta da piquelagem, da fermentação de bebidas para conserva e à produção de vinho (Giese, 1993).

Os aditivos alimentares são definidos pelo *Codex alimentarius commission* (2010) como qualquer substância que não é normalmente consumida como alimento por si só e não é normalmente usada como ingrediente, quer tenha ou não valor nutritivo, onde a intenção da adição ao alimento é por motivação tecnológica (inclusivamente organolética), seja na produção, preparação, embalagem ou transporte ou quando seja esperado que resulte (direta ou indiretamente) no alimento ou os seus subprodutos sejam afetados por estes. Exclui no entanto os “contaminantes”, ou seja, qualquer substância não intencionalmente adicionada ao alimento, presente devido a contaminação durante a produção, manufatura, processamento, preparação, tratamento, embalagem, transporte ou como resultado de contaminação ambiental. Exclui também fragmentos de inseto, pelos de roedores ou outras matérias estranhas, ou substâncias adicionadas com o intuito de manter ou melhorar a qualidade nutricional.

#### **3.3.1.1. Conservantes**

A conservação dos alimentos requer forçosamente o controlo de microrganismos presentes, seja pela sua destruição ou controlo, e requer também a monitorização da estabilidade do

produto durante o seu tempo de prateleira (Codex alimentarius commission, 2010; Prange, DeLong, Daniels-Lake & Harrison, 2005).

Os aditivos ajudam no primeiro objetivo, controlando o número de microrganismos presente e fazendo com que o alimento se mantenha com as características sensoriais por mais tempo.

#### **3.3.1.2. Ácidos orgânicos**

Os ácidos orgânicos apresentam uma longa história de utilização como aditivo alimentar com o intuito de preservar os alimentos e de aumentar o tempo de prateleira de alimentos rapidamente degradáveis (Theron & Rykers Lues, 2010).

De relevo, parece não haver uma relação forte entre pKa e inibição da multiplicação bacteriana, sendo mais importante o ácido específico e a sua relação com o binómio alimento/microrganismo; este fenómeno é de enorme importância para a indústria alimentar, pois permite utilizar certos ácidos (como o ácido cítrico) que, apesar de este não ter um pH especialmente baixo, permitem manter as características organoléticas sem que se ponha em causa o controlo microbiano (Erkan & Yıldırım, 2017; Franks & Simatos, 1985).

São também muito flexíveis na sua utilização em relação ao ponto de utilização no processo, havendo múltiplas possibilidades de utilização, e apresentam também diversas utilizações tecnológicas (Comissão Europeia, 2011a, 2011b; Smulders & Greer, 1998).

Os ácidos orgânicos mais usados são o ácido cítrico e o ácido ascórbico porque estes, para além de ajudarem no processo de conservação, vão, devido às suas propriedades antioxidantes, conferir uma cor mais clara e apetecível ao puré de maçã, sendo esta a razão pela qual muitas receitas artesanais utilizam na sua composição sumo de limão (Erkan & Yıldırım, 2017; Raju & Bawa, 2006; Traverso, 2011).

#### **3.4. Estabilidade dos produtos prontos a consumir**

No passado, as decisões sobre a qualidade microbiológica dos produtos alimentares baseavam-se num controlo microbiológico realizado em todos os alimentos a serem avaliados e, muitas vezes, num ponto no tempo já após o seu consumo. Este tipo de controlo retrospectivo é mais dispendioso, lento, trabalhoso e destrutivo, pelo que tem sido substituído por modelos mais modernos, baseados principalmente no sistema HACCP, que procuram padronizar o que se produz, com base na forma como se produz (Agriculture and Consumer Protection, 2013). Ainda assim é ingénuo pensar-se que um qualquer produto (salvo raras exceções, como certos géneros alimentícios que são irradiados, como sejam certas especiarias) não contém qualquer microrganismo; estão por isso definidos critérios de aceitabilidade em termos de população de vários tipos de microrganismos (Agriculture and Consumer Protection, 2013; Codex alimentarius commission, 2010).

Os valores guia postulados pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (Santos, Correia, Cunha, Saraiva, & Novais, 2003) definem três grupos de alimentos prontos a



consumir, que têm, devido às suas características intrínsecas, limites de aceitação diferentes. Os grupos de alimentos são os descritos na Tabela 1, e os limites de aceitação de qualidade microbiológica estão discriminados na Tabela 2. É de notar que diferentes tipos de processos levarão obviamente a diferentes valores aceitáveis de unidades formadoras de colónias (UFC), tendo produtos que não são cozinhados limites mais baixos quando comparados com outros que tenham na sua produção passos que reduzam significativamente a contaminação como uma operação de cozedura.

Após uma análise microbiológica de um alimento, os resultados em si são importantes mas é necessário interpretá-los, tendo em conta as características dos produtos, dos microrganismos, dos fatores de desenvolvimento bacteriano e dos protocolos das análises para que se consiga, por um lado, legitimar os resultados obtidos e, por outro lado, se tal se mostrar necessário, melhorar os processos. Com isto em mente, os processos aplicados aos alimentos devem ser pensados de tal forma que as operações que possam aumentar os teores microbianos e aquelas que os reduzem devem ser aplicadas para que se consiga obter a garantia da segurança dos alimentos (Agriculture and Consumer Protection, 2013).

Tabela 1 - Grupos de alimentos prontos a comer de acordo com a classificação do Instituto Nacional de Saúde (INSA) (adaptado de Santos et al., 2003)

Grupo	Produto	Exemplos
1	<b>Refeições/Sandes/Bolos/Sobremesas doces com ingredientes totalmente cozinhados, ou adicionados de especiarias, ervas aromáticas secas, desidratadas ou tratadas por radiação ionizante, de produtos UHT e de maionese industrializada</b>	Feijoada Pizza Bacalhau à Brás com salsa previamente processada Salada de batata com maionese industrial Pastéis de bacalhau/Croquetes/ Rissóis Sandes de carne assada / paté de atum Omelete de Queijo /fiambre Mousse de chocolate / Bolo de chocolate Arroz doce com ou sem canela / Gelatinas Salada de fruta/fruta laminada em calda
2	<b>Refeições/Sandes/Bolos/ Sobremesas doces cozinhadas adicionadas de ingredientes crus e/ou com flora específica própria</b>	Salada de batata com tomate/alface Salada de feijão-frade com atum, salsa e cebola picada ou molho vinagrete Prato de peixe/carne/ovos adicionado de salada de vegetais ou frutos Bacalhau à Brás c/ salsa crua e/ou azeitonas Sandes com carne assada e alface Sandes de fiambre, queijo ou enchidos Mousse de chocolate Pudins com fruta ao natural Salada de fruta em calda adicionada de fruta ao natural
3	<b>Saladas/ Vegetais/Frutos crus</b>	Alface Tomate Cenoura Couve roxa Salada de frutas Fruta ao natural laminada Morangos

Tabela 2 - Valores guia microbiológicos INSA (adaptado de Santos et al., 2003)

Microrganismo	Grupo de alimentos	Qualidade microbiológica (ufc/g quando não indicado)			
		Satisfatório	Aceitável	Não satisfatório	Inaceitável/ potencialmente perigoso
Microrganismos a 30°C	1 2 3	$\leq 10^2$ $\leq 10^3$ $\leq 10^4$	$> 10^2 \leq 10^4$ $> 10^3 \leq 10^5$ $> 10^4 \leq 10^6$	$> 10^4$ $> 10^5$ $> 10^6$	NA NA NA
Leveduras	1* e 2 3	$\leq 10^2$ $\leq 10^2$	$> 10^2 \leq 10^4$ $> 10^2 \leq 10^5$	$> 10^4$ $> 10^5$	NA NA
Bolores	1* e 2 3	$\leq 10$ $\leq 10^2$	$> 10 \leq 10^2$ $> 10^2 \leq 10^3$	$> 10^2$ $> 10^3$	# #
Coliformes totais	1 2 3	$\leq 10$ $\leq 10$ $\leq 10^2$	$> 10 \leq 10^2$ $> 10 \leq 10^3$ $> 10^2 \leq 10^4$	$> 10^2$ $> 10^3$ $> 10^4$	NA NA NA
<i>Escherichia coli</i>	1, 2 3	$< 10$ $\leq 10$	NA $> 10 < 10^2$	$\geq 10$ $\geq 10^2$	NA NA
<i>Listeria</i> spp.	1, 2 e 3	$< 10^2$	NA	$\geq 10^2$	NA
Anaeróbios sulfito Redutores	1, 2 e 3	$\leq 10$	$> 10 \leq 10^3$	$> 10^3 < 10^4$	$\geq 10^4$ #
<b>Patogénicos</b>					
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	1, 2 e 3	$< 10^2$	NA	$\geq 10^2 \leq 10^4$	$> 10^4$
<i>Bacillus cereus</i>	1, 2 e 3	$\geq 10^2$	$> 10^2 \leq 10^3$	$\geq 10^2 \leq 10^4$	$\geq 10^5$
<i>Clostridium perfringens</i>	1, 2 e 3	$< 10$	$\geq 10 \leq 10^3$	$> 10^3 < 10^5$	$> 10^4$
<i>Salmonella</i> spp.	1, 2 e 3	Ausente em 25g		$> 10^3 < 10^4$	Presente em 25g
<i>Listeria monocytogenes</i>	1, 2 e 3	Ausente em 25g	Presente em 25g $< 10^2$ #	—	$\geq 10^2$
<i>Campylobacter</i> spp.	1, 2 e 3	Ausente em 25g			Presente em 25g
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1, 2 e 3	Ausente em 25g			Presente em 25g
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1, 2 e 3	Ausente em 25g			Presente em 25g
<b>Legenda:</b> *: Aplicável em produtos conservados no frigorífico #: Equacionado caso a caso NA: Não aplicável					

### 3.4.1. Atividade da água ( $a_w$ ) e pH

A atividade da água ( $a_w$ ) é uma medida que ultrapassa o conceito de humidade do produto, é uma medida da água disponível para utilização biológica, ou seja, a quantidade de água livre num alimento, sendo que esta é indispensável para o desenvolvimento de microrganismos, justificando assim os processos de secagem e dessecação para que sejam preservados (Franks & Simatos, 1985; Kalia & Rajinder, 2006; Rose & Tempest, 1986).

Matematicamente, o  $a_w$  é definido como o rácio entre a pressão de vapor de água no substrato e o valor de pressão de vapor de água em água pura à mesma temperatura. A maioria das bactérias, incluindo bactérias patogénicas, requer valores de  $a_w$  de cerca de 0,995 a 0,998 (Dijksterhuis & Samson, 2006); os valores de  $a_w$  são utilizados em larga escala na indústria alimentar no controlo de qualidade dos alimentos (Franks & Simatos, 1985; Kalia & Rajinder, 2006).

O efeito da osmolaridade nos microrganismos é de natureza bivalente, em concentrações altas, mas em que ainda permitam alguma adaptação ao meio envolvente, leva a gastos aumentados de energia para manutenção celular, consequentemente há menos energia disponível para a multiplicação bacteriana. Se a concentração do sal ou açúcar ultrapassar a capacidade de regulação osmótica, então toda a água citoplasmática sai da célula bacteriana levando à morte desta. Certos microrganismos ganham uma resistência térmica considerável quando parcialmente desidratados, pois a sua membrana citoplásmica tem a capacidade de adquirir propriedades semelhantes às dos esporos; é exemplo deste fenómeno a *Salmonella typhimurium* que, em altas concentrações de açúcar, multiplica a sua resistência térmica em mais de 700 vezes (Dijksterhuis & Samson, 2006; Franks & Simatos, 1985).

Ainda assim, poderá ser uma generalização exagerada assumir que o valor de  $a_w$  só por si transmite suficiente informação sobre a estabilidade do produto final. Apesar de valores mais baixos de  $a_w$  nos produtos alimentares levarem a inibição da multiplicação bacteriana (Figura 9), diferentes solutos comportam-se de maneira diferente em relação à inibição dos microrganismos. Mesmo moléculas muito semelhantes, como a frutose e a sacarose e sua relação com a morte de *Salmonella typhimurium*, foram alvo de estudo por van den Berg & Bruin (1981), concluindo que apesar de serem usados substratos com valor de  $a_w$  semelhante, a inibição induzida nos microrganismos é diferente em função da molécula usada; tais resultados estão evidenciados na Figura 10.

Figura 9 - Rácio de deterioração relativa em sistemas de alimentos em função da atividade da água (temperatura ambiente) (van den Berg & Bruin, 1981)

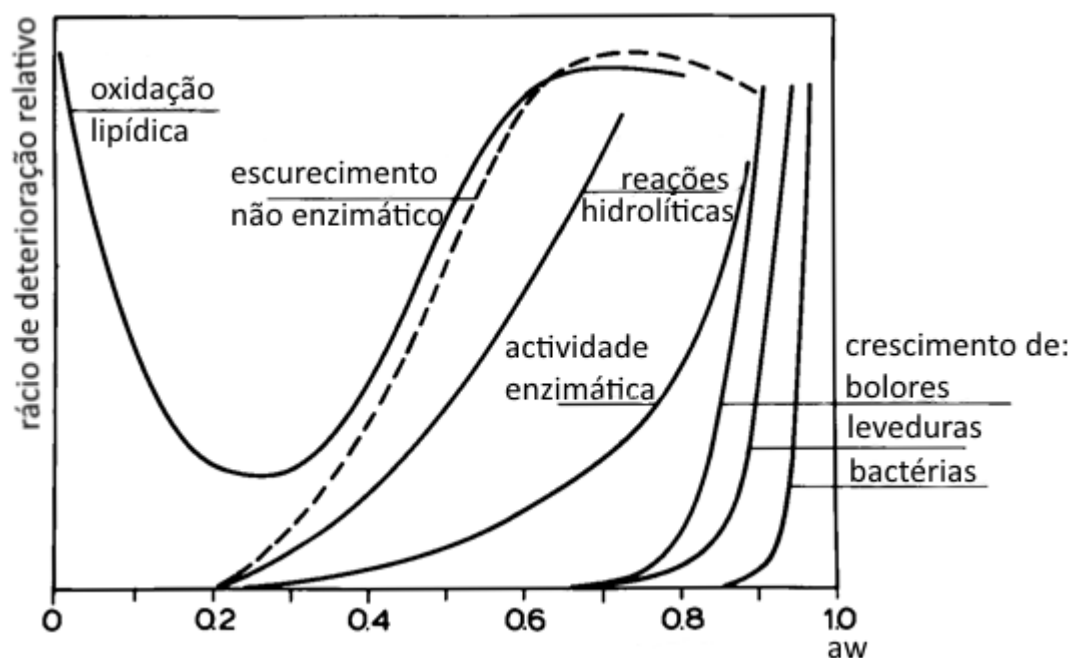
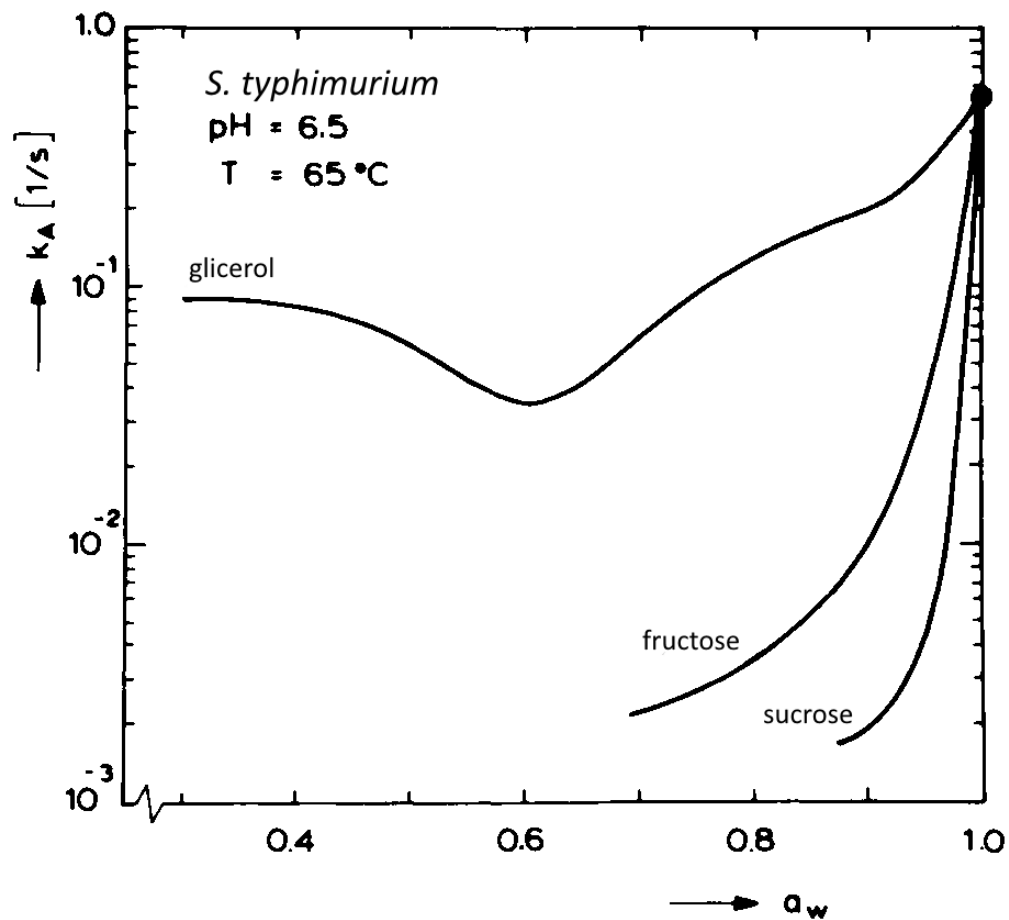


Figura 10 - Influência da atividade da água de uma solução ajustada com diferentes solutos: sucrose, frutose e glicerol na morte de *Salmonella typhimurium* (van den Berg & Bruin, 1981)



Na Figura 9 evidencia-se também a maior resistência relativa de bolores e leveduras a menores valores de  $a_w$ , apesar da grande variação possível nestes microrganismos em relação às suas necessidades de água. A maior parte requer um valor de  $a_w$  elevado, no entanto, alguns géneros possuem adaptações que lhes permitem sobreviver e multiplicar a valores de  $a_w$  mais baixos. Assim, estes podem ser divididos em higrófilos, incapazes de se desenvolverem abaixo de  $a_w$  de 0,90; mesoxerofílicos, capazes de desenvolvimento entre  $a_w$  de 0,90 e 0,80, xerotolerantes capazes de desenvolvimento abaixo de 0,80 (tipicamente recorrem a esporulação) e xerofílicos que correspondem a bolores que são ativamente inibidos por  $a_w$  altos como é o caso do *Monascus bisporus* (Dijksterhuis & Samson, 2006; Franks & Simatos, 1985).

Para além da sua capacidade vegetativa, é também de grande importância a capacidade que alguns destes microrganismos têm de produzir toxinas, mesmo com valores de  $a_w$  abaixo de 0,90; por exemplo, *Penicillium* spp consegue produzir patulina em matrizes com  $a_w$  de 0,88 (Franks & Simatos, 1985).

Num contexto fabril, a água é simultaneamente uma matéria-prima e uma das ferramentas mais importantes, devido às suas propriedades intrínsecas que influenciam a qualidade organolética dos alimentos, como sejam atribuir a textura típica ou suculência das frutas. É também determinante no comportamento das operações de transformação de congelação, desidratação, aquecimento, cozedura, secagem entre outros, onde um teor mais elevado de água levará a um maior gasto e necessidade energética (Erkan & Yildirim, 2017; Franks & Simatos, 1985; Yui, 1999).

O pH é definido como o inverso do logaritmo da concentração de protões livres ( $H^+$ ) numa solução, o que se traduz na medida de acidez ou basicidade de uma substância. Os microrganismos têm intervalos de pH ótimo para multiplicação, sendo que se desenvolvem menos ou não se desenvolvem de todo quando o pH se desvia desses valores.

É um fator importante em tecnologia alimentar por ser de fácil manipulação e por dar bons resultados na inibição da multiplicação microbiana. Com base no seu valor de pH, caracterizam-se dois grandes grupos de alimentos, os de pH igual ou superior a 4,5 e os de pH inferior a 4,5, (Kalia & Rajinder, 2006) que, por sua vez, organizam os microrganismos em duas classes, os acidófilos como sejam os bolores e leveduras, e os não acidófilos como *Salmonella* spp, *Staphylococcus* spp e *Clostridium perfringens*. Os frutos estão dentro do grupo mais ácido de produtos agrícolas, tendo um pH típico inferior a 4,0 (Hui et al., 2006), ganhando assim alguma resistência à multiplicação microbiana, especialmente a baixas temperaturas. Frutas recentemente cortadas (maçã, pêssago, laranja, manga e ananás) apresentaram um baixo grau de contaminação microbiológica, com preponderância de bolores e leveduras (Abadias et al. 2008). Tournas et al. (2006) descrevem contagens bacterianas mais elevadas em saladas de fruta (melo, melão, citrinos, ananás, morango e misturas entre estas frutas).

Assim, o binómio pH/ $a_w$  é de grande importância na criação de condições propícias ao desenvolvimento microbiológico, principalmente bactérias, visto bolores e leveduras serem em geral menos sensíveis (Figura 9). O  $a_w$  e pH são diretamente correlacionáveis com a estabilidade do produto, sendo que a sua manipulação apropriada reduz o número de microrganismos capazes de sobreviver no produto. Dentro dos fatores intrínsecos dos alimentos são os mais comumente utilizados na produção alimentar para inibir a atividade microbiana por serem facilmente manipuláveis através da utilização de aditivos e auxiliares tecnológicos como certos ácidos fracos ou a utilização de sal ou açúcar (Comissão Europeia, 2011a, 2011b; Leistner, 2000).

### **3.4.2. Potencial redução-oxidação (redox)**

O potencial redox de um substrato é definido como a facilidade com que este ganha ou perde eletrões, tornando-se assim oxidado ou reduzido (Kalia & Rajinder, 2006).

A multiplicação bacteriana depende do potencial redox do substrato, sendo este influenciado pelos seguintes parâmetros (Kalia & Rajinder, 2006):

- Valor de pH do produto;
- Estabilidade do produto;
- Tensão de oxigénio na atmosfera;
- Contacto com a atmosfera que rodeia o produto.

Os microrganismos aeróbios necessitam de um produto oxidado (valor Eh positivo) para se multiplicarem, enquanto os anaeróbios requerem um produto oxidante (valor Eh negativo). Os valores mais comuns para frutas em natureza situam-se entre Eh 300-400 mV, pelo que bactérias aeróbias, bolores e leveduras são os agentes mais comumente presentes (Kalia & Rajinder, 2006; Rose & Tempest, 1986).

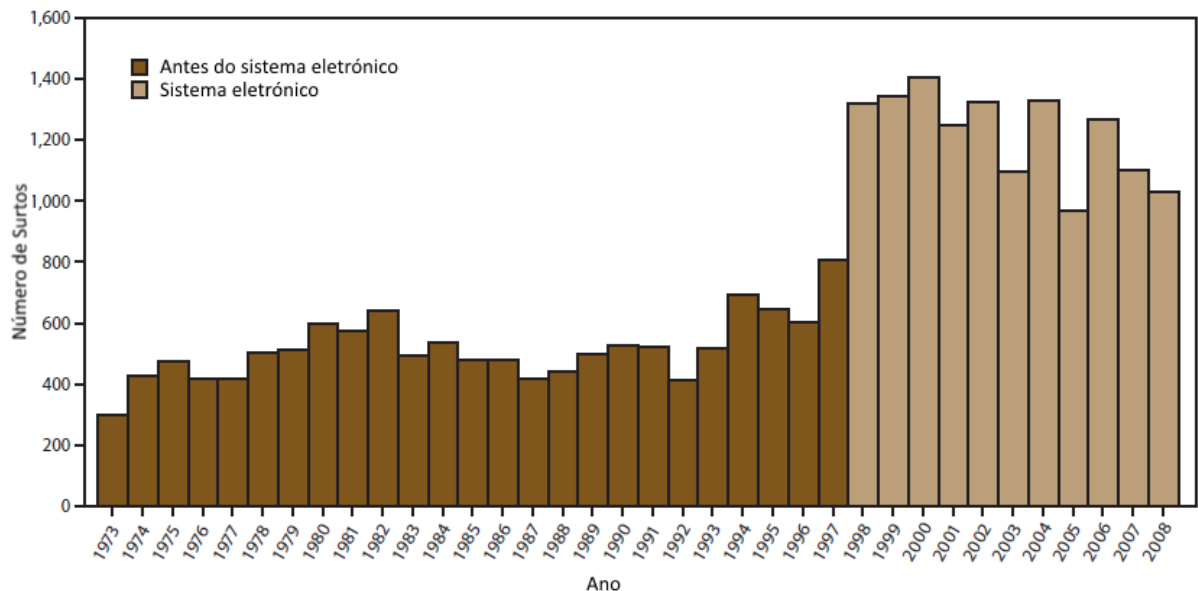
## **4. Segurança dos alimentos**

As doenças causadas por microrganismos patogénicos têm um grande impacto nos consumidores, produtores na área da alimentação e nos governos nacionais. A prevenção e controlo destas doenças são importantes objetivos de saúde pública (Agriculture and Consumer Protection, 2013).

Estas toxinfecções são alvo de estudo pelas autoridades de segurança alimentar, *European Food Safety Authority* na Europa e *United States Department of Agriculture* nos Estados Unidos da América. Os resultados americanos mais recentes não permitem deduzir conclusões dogmáticas, havendo, por um lado, melhorias no número de casos de doença e uma redução dos surtos observados devido a certas classes alimentares como os ovos, mas simultaneamente um agravamento quando se tratam de vegetais folhosos como alfaces ou espinafres (Gould et al., 2013).

O método de reporte dos casos/surtos mostra-se muito importante podendo criar artefactos devido a subnotificação. Um método eletrónico detalhado e fácil de usar levará a resultados mais pessimistas, mas certamente, mais próximos da realidade (Figura 11) (Gould et al., 2013).

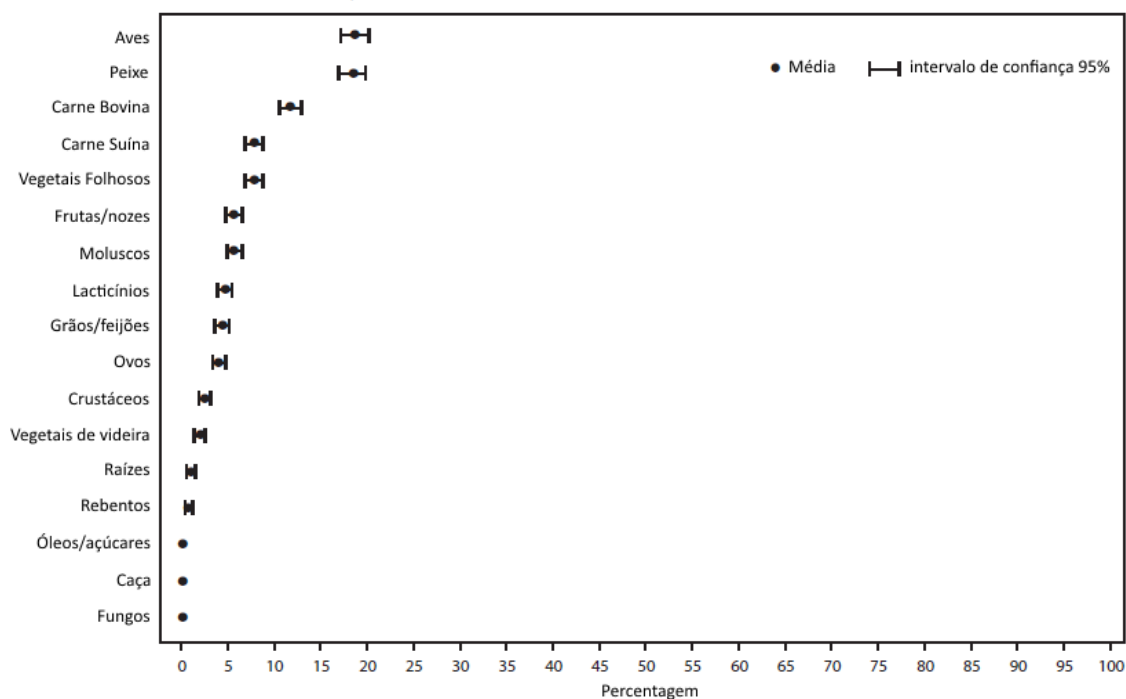
Figura 11 - Número de surtos relatados transmitidos por alimentos entre 1973 e 2008 nos EUA (adaptado de Gould et al. (2013))



(n= 26335)

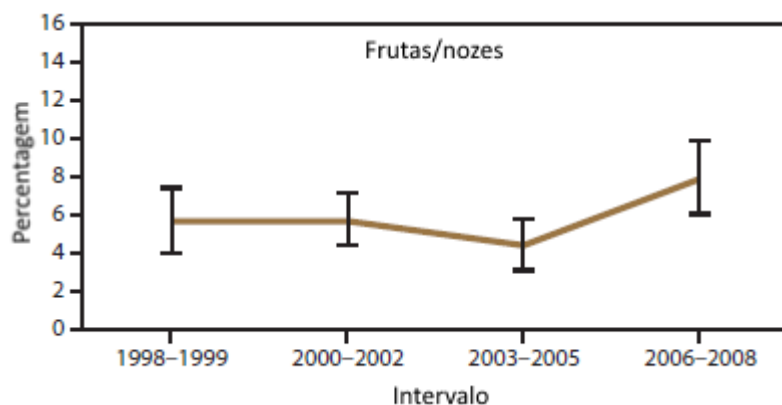
As frutas, estas são geralmente menos importantes como causadoras de surtos de toxinfecção alimentar, situando-se em sexto lugar (Figura 12) nos EUA. No entanto, enquanto muitas das classes de alimentos onde historicamente havia um grande número de toxinfecção impuseram controlos rigorosos, levando a uma diminuição relativa do risco de toxinfecção, no caso da fruta estes surtos estão a aumentar (Figura 13) (Gould et al., 2013).

Figura 12 - Percentagem estimada e com um intervalo de confiança de 95% dos surtos divididos por grupo de alimento nos EUA (adaptado de Gould et al. (2013))



(n=3264)

Figura 13 - Média estimada de toxinfecções com intervalo de confiança de 95% para intervalos de anos para frutas/nozes nos EUA (adaptado de Gould et al. (2013))

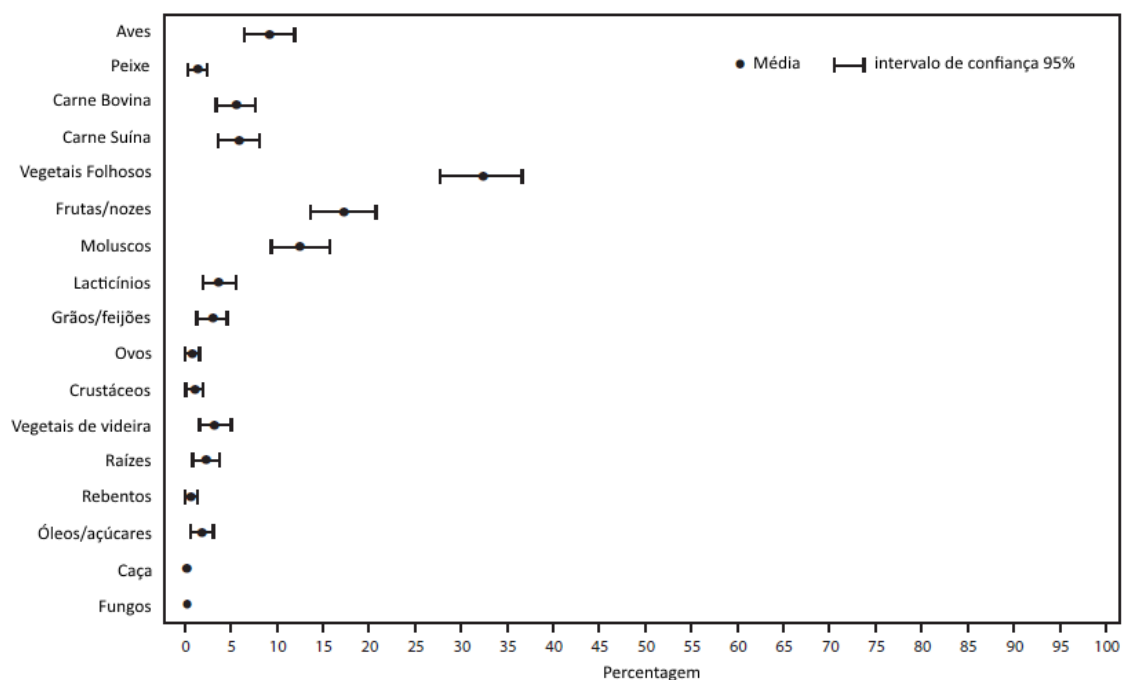


(1998-1999 n=665; 2000-2002 n=1029; 2003-2005 n=857; 2006-2008 n=713)

Para além disso, são a segunda classe mais importante nos surtos de norovírus nos EUA, secundários apenas para os vegetais folhosos (Figura 14). (Gould et al., 2013)



Figura 14 - Médias estimadas com intervalo de confiança de 95% de surtos de doenças transmitidas por alimentos causadas por norovírus atribuída a cada classe de alimento em EUA (adaptado de Gould et al. (2013))



(n=439)

Os pontos sensíveis para contaminação de frutos dividem-se em fatores/condições até à colheita e após a colheita. Aqueles até à colheita compreendem más práticas agrícolas, irrigação com água contaminada, mistura de *sprays* químicos, aplicação imprópria de estrume como fertilizante entre outras (Hedberg et al., 1994); a segunda categoria prende-se com a quebra do efeito de barreira das frutas e vegetais, permitindo que se dê uma contaminação do seu interior, rico em nutrientes que potenciam a multiplicação bacteriana (Lamikanra, 2002).

Assim, como é impossível de garantir a segurança microbiológica por amostragem, é necessário recorrer a boas práticas agrícolas (*good agricultural practices* (GAP)) e boas práticas de produção (*good manufacturing practices* (GMP)), para identificar pontos sensíveis de contaminação diminuindo assim os perigos microbiológicos (Agriculture and Consumer Protection, 2013; Institute of Medicine & National Research Council Committee, 2003; Lamikanra, 2002).

Esta linha de pensamento é exatamente igual aquela que no início dos anos 60 levou à implementação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controlo (*Hazard Analysis and Critical Control Point*, HACCP) desenvolvido pela *Pillsbury Company* em colaboração com a *U.S. Army Natick Research and Development Laboratories* e a *National Aeronautics and Space Administration* de forma a garantir que os alimentos transportados nas naves espaciais seriam seguros, visto que até então o único método para alcançar 100% de

garantia era a amostragem da totalidade do alimento em causa; para além disso, muitos dos testes eram demorados e destrutivos tornando todo o processo caro e ineficiente. (Agriculture and Consumer Protection, 2013; Lamikanra, 2002; Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association, 1993; Torres, 2013).

Desde a sua génese, o método HACCP foi amplamente adotado por inúmeras indústrias, não só para a diminuição de perigos, mas especialmente para criação de protocolos de controlo dos processos. Para implementar um sistema deste género são necessários os seguintes sete passos (Torres, 2013; Yui, 1999):

1. Realizar identificação de perigos e sua análise. Identificar os passos de um processo para determinar em que pontos existe risco significativo e que medidas de controlo deverão ser instituídas;
2. Determinar pontos de controlo críticos (PCCs) necessários para controlar os perigos identificados. PCCs são passos onde os perigos podem ser prevenidos, eliminados ou reduzidos até níveis aceitáveis;
3. Estabelecer limites críticos. Estes são especificações (valores e tolerâncias) que terão de ser atingidos para garantir que os PCCs estão sob controlo.
4. Estabelecer métodos para monitorizar os PCCs. Isto é feito para ajustar o processo para manter controlo sobre os PCCs;
5. Estabelecer ações corretivas para serem tomadas quando a monitorização indica desvios de um limite crítico;
6. Estabelecer métodos de verificação para determinar se o sistema HACCP está a funcionar corretamente;
7. Estabelecer métodos eficazes de registos do sistema HACCP.

Ainda assim, há que ter atenção que o sistema HACCP não é uma panaceia para qualquer empreendimento. Há que ter em linha de conta que é um sistema dirigido apenas para controlar parâmetros de segurança, ou seja, mantendo-os dentro de certos critérios. Assim, antes da implementação, é imperativo que o processo esteja bem otimizado, que, de certa forma, é o que justifica a necessidade de pré-requisitos (Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association, 1993; Torres, 2013).

Alguns exemplos destes pré-requisitos específicos para a indústria alimentar serão procedimentos escritos para as várias operações (receção e armazenamento de matérias-primas, qualidade da água da lavagem, lavagem, corte, embalagem, etc.), para além daqueles relacionados com o espaço físico da fábrica (programa de controlo de pragas, manutenção, temperatura das salas e câmaras, etc.) e os mais gerais sobre o processo como um todo (codificação de produtos e rastreabilidade, controlo de procedimentos de *recall*, distribuição de produtos acabados, etc.) (Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association, 1993; Torres, 2013).

#### **4.1. Perigos biológicos**

Os perigos biológicos correspondem à contaminação por microrganismos quer sejam bactérias, bolores ou leveduras, ou ainda pelas toxinas que estes produzem.

A probabilidade de contaminação é principalmente derivada de situações de falta de higiene por parte de quem trabalha com a fruta, má higienização desta ou advém de uma recontaminação durante os vários passos dos processos (Lamikanra, 2002).

Os perigos microbiológicos podem ser reduzidos através de procedimentos corretos de higienização pelos colaboradores, utilizando matéria-prima em bom estado de conservação, incorporando conservantes ou tratando o produto de tal forma a que se reduza a carga microbiana como pelo emprego de um passo com temperatura (Dijksterhuis & Samson, 2006).

Os perigos biológicos identificados pela empresa encontram-se no anexo II.

#### **4.2. Perigos químicos**

Os perigos químicos compreendem situações em que os géneros alimentícios fiquem contaminados com qualquer tipo de substâncias químicas tóxicas, em excesso ou indesejadas.

As contaminações acontecem sobretudo a partir de água contaminada, matéria-prima com resíduos de fertilizantes e/ou pesticidas, excesso de aditivos durante o processo tecnológico ou devido a resíduos de produtos químicos de higienização (Lamikanra, 2002).

Os perigos químicos identificados pela empresa encontram-se no anexo II.

##### **4.2.1. Patulina**

A patulina é uma micotoxina produzida por bolores pertencentes a vários géneros, incluindo *Penicillium*, *Aspergillus* e *Byssochlamys*. Embora a patulina possa aparecer em várias frutas, cereais ou outros alimentos com bolor, os principais produtos contaminados com patulina são os produtos à base de maçã (Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2014; Regulamento (CE) 1425/2003; Gökmen & Acar, 1998).

Os produtos mais propícios para a presença desta toxina são sumos e purés de maçã ou à base de maçã (Gökmen & Acar, 1998, 1999; Stoloff, 1975).

Estudos em ratos demonstram que intoxicações subagudas com patulina podem levar a neurotoxicidade, genotoxicidade, imunotoxicidade e alterações reprodutivas (Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2014).

O Regulamento (CE) 1831/2003 estabelece teores máximos d/e 50 µg/kg, 25 µg/kg e 10 µg/kg em bebidas com maçã, derivados da maçã e em alimentos destinados a lactentes e crianças jovens, respetivamente. De notar que apesar de certos produtos poderem ter a maçã diluída (como por exemplo um sumo composto por maçã e mamão) ainda assim deverão estar dentro do teor máximo de patulina no ingrediente em natureza (Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2014), menciona também um estudo no qual se concluiu que a exposição média à

patulina na União Europeia parece estar bastante abaixo da dose diária admissível máxima provisória (DDAMP) de 0,4µg por kg de peso corporal (Regulamento (CE) 1881/2006). Em certos grupos específicos de consumidores, em especial nas crianças mais pequenas, e assumindo os cenários mais desfavoráveis, a exposição é mais significativa, mas mesmo assim inferior à DDAMP (Regulamento (CE) 1425/2003).

A aparência da superfície externa é um bom indicador do nível de contaminação. Assim sendo, deve estar inscrito no código de boas práticas a triagem visual e eliminação de todos os frutos deteriorados, estragados ou que demonstrem invasão por insetos que vão abrir caminho para a entrada dos bolores produtores de patulina, tal como acontece em fruta pisada. É importante notar também que devido à porosidade característica da maçã, pode haver migração da toxina para tecido aparentemente são (Regulamento (CE) 1425/2003; Regulamento (CE) 1881/2006; Council for Agricultural Science and Technology, 2003).

#### **4.3. Perigos físicos**

Os perigos físicos correspondem à presença de corpos estranhos na matéria-prima ou produto acabado.

A probabilidade de ocorrência pode diminuir mantendo boas condições de higiene e segurança por parte dos colaboradores, diminuindo ao mínimo possível o número de objetos usados na produção, por adotar medidas na área de produção e embalamento, como sejam não utilizar vidros nestas áreas ou ainda pela utilização de um detetor de metais no final da linha de produção.

Os perigos físicos identificados pela empresa encontram-se no anexo II.

### **5. Inovação de processo e produto**

#### **5.1. Melhoria contínua: Ciclo de Shewart**

A norma ISO 9001 postula que os processos desenvolvidos numa empresa devem estar sob a alçada de uma metodologia desenvolvida nos Estados Unidos da América na década de 1930 por Walter A. Shewhart, conhecida pelo Ciclo de Shewart ou “Plan-Do-Check-Act” (PDCA), sendo que “Plan” (planear) corresponde ao estabelecimento de objetivos e processos necessários para apresentar resultados de acordo com os requisitos do cliente e as políticas da organização, “Do” (executar) corresponde à implementação dos processos em si, “Check” (verificar) corresponde à monitorização e medição dos processos e produtos em comparação com políticas, objetivos e requisitos para o produto e reportar os resultados, “Act” (atuar) corresponde às ações para melhorar continuamente o desempenho dos processos. Este requisito leva a uma melhoria dos processos, a um controlo apertado dos processos e em última análise a uma maior qualidade do ponto de vista das exigências e preferências do consumidor (Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association, 1993; Torres, 2013; Yui, 1999).

Shewhart mostrou também que qualidade e variabilidade eram conceitos inversamente relacionados e, portanto, quando o parâmetro pretendido é a qualidade, inevitavelmente terá de se controlar e diminuir a variabilidade, o que levará também a uma melhoria da exatidão para alcançar metas e objetivos.

Neste campo de ação, há vários métodos apropriados entre os quais técnicas estatísticas como aceitação por amostragem, análise modal de falhas e efeitos, controlo estatístico do processo (CEP) e outras ferramentas gráficas como diagramas de causa-efeito, folhas de verificação, cartas de controlo, histogramas, diagramas de Pareto, gráficos de dispersão e fluxogramas (Kerzner, 2013; Mitra, 2016; Wood, 2013).

Considerando a qualidade no contexto de conformidade do produto, a melhor metodologia a ser aplicada é o controlo estatístico do processo. Este permite monitorizar o estado do processo com base na monitorização da qualidade do produto, o que se traduz na deteção de causas de variabilidade que deverão ser investigadas e controladas (Kerzner, 2013; Mitra, 2016).

O CEP é uma ferramenta aplicável em dois pontos do processo, o primeiro, e mais vantajoso, é durante o próprio processo produtivo, visto que reduz os custos de produção e minimiza as perdas de qualidade, o segundo, é efetuado sobre o produto final, com as óbvias desvantagens de se perder uma maior fatia do investimento colocado no produto, mas que por vezes é de mais fácil aplicação numa realidade fabril (Mitra, 2016).

O grande objetivo da implementação de uma monitorização com base em CEP é a obtenção de um produto estável, com reprodutibilidade, que terá margens de variação pequenas à volta do valor desejado para certa característica pretendida, levando a um melhor aproveitamento de recursos (matéria-prima, mão-de-obra e uma menor taxa de não conformidades) e a uma melhor qualidade para o cliente final (Kerzner, 2013; Mitra, 2016).

No entanto, existirão sempre causas de variabilidade, que devem ser identificadas e controladas e que se dividem em três grandes grupos: causas especiais, causas estruturais e causas comuns (Mitra, 2016).

São exemplos de causas especiais a falta de eletricidade durante uma tempestade, um corpo estranho na matéria-prima ou um operador acidentado. Estas causas são situações imprevisíveis, normalmente únicas ou ocasionais, que são assinaláveis e que podem ter perturbações fortes no processo, e que muitas vezes não são possíveis de eliminar, devendo, no entanto, a sua influência relativa ser minimizada e a sua solução deve ser registada para que, no caso de se virem a repetir as mesmas condições, a solução seja aplicada mais rápida e eficazmente (Mitra, 2016).

As causas estruturais são semelhantes às causas especiais na medida em que são elimináveis ou pelo menos é possível reduzir o seu impacto no processo mas, ao contrário das causas especiais, ocorrem frequentemente. Por exemplo, um quadro elétrico com uma potência contratada inferior à necessária e que leva a falhas de energia frequentes.

Por último, são exemplos de causas comuns matéria-prima de qualidade inferior, operadores sem formação ou equipamentos deficientes. Estas correspondem a situações relativamente insignificantes mas que ocorrem em grande número e frequentemente. Para as diminuir é necessário corrigir os problemas no seu cerne, tipicamente sob a forma de investimentos mais ou menos volumosos (Mittra, 2016).

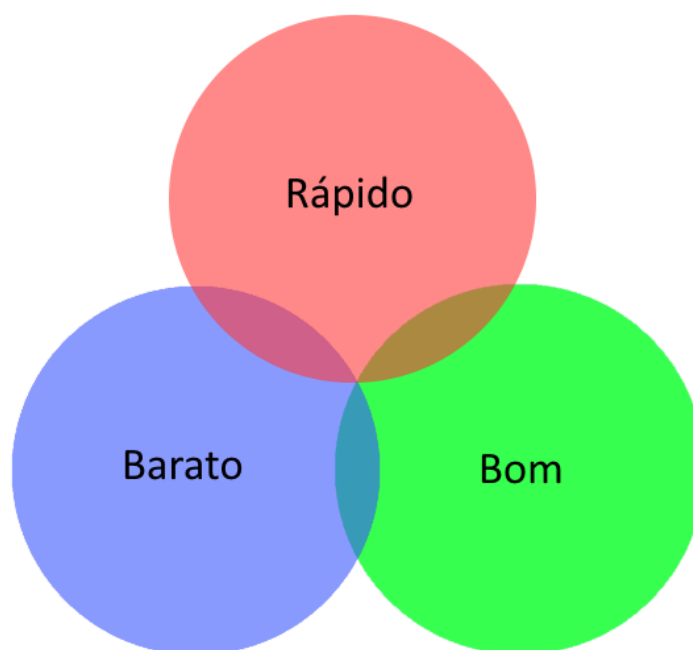
## **5.2. Gestão produtiva**

A gestão de um projeto evoluiu de uma filosofia administrativa restrita apenas a algumas áreas específicas, para um sistema de gestão que afeta cada unidade funcional de uma empresa, ou seja, progrediu para se tornar um processo baseado num controlo apertado dos recursos disponíveis de modo a apresentar resultados superiores (Kerzner, 2013).

De uma forma geral, todos os projetos sofrem limitações, sejam elas temporais, monetárias ou das características do produto, e são mutuamente exclusivas dois-a-dois. Assim, um projeto que seja rápido e que produza um produto com as melhores características será mais caro, um que possua as melhores características e que seja barato demorará mais tempo e, por último, um que seja rápido e barato perderá nas características. Quando se idealiza um qualquer projeto, como é uma produção fabril, devem ter-se sempre em linha de conta estas limitações (Kerzner, 2013; Mittra, 2016). Na Figura 15 evidenciam-se as relações descritas.

Ainda assim, as empresas produtoras não têm total liberdade na definição da qualidade de um produto, sendo que este tem que respeitar as características consideradas inegociáveis pelo consumidor (por exemplo, um alimento não pode estar deteriorado) para além de ter de cumprir todos os requisitos legais. A União Europeia apresenta uma das legislações mais rigorosas do Mundo na área alimentar, cujo objetivo primordial é a proteção do consumidor. Deste modo, tenta garantir-se que todos os produtos presentes no mercado cumpram os requisitos mínimos de qualidade e sejam seguros para consumo (Kerzner, 2013; Mittra, 2016).

Figura 15 - Triângulo de restrições numa gestão de projeto (adaptado de Kerzner, 2013)



Em qualquer empreendimento com fins comerciais, de uma forma geral, pretende-se uma maximização do lucro e, para tal, é essencial eficiência na produção e garantir escoamento do produto que é facilitado com a produção de um produto de qualidade (Kotler et al., 2015).

### 5.3. Percepção de qualidade

A qualidade alimentar na ótica do consumidor define-se como a razão entre as características de um produto e as expectativas do cliente em relação a esse produto. Assim sendo, durante a produção fabril, deve desenhar-se um produto que esteja de acordo com essas expectativas, com a dificuldade acrescida de estas serem variáveis de cliente para cliente (Kerzner, 2013; Mitra, 2016).

Nesta área, as características mais valorizadas são principalmente o aspeto, o sabor, o valor nutricional, a facilidade de preparação e o preço. Considerando que o preço também é uma das características do produto que contribui para a noção de qualidade, alguns fabricantes optam por produzir um produto o mais barato possível, em detrimento de outras características desejadas. A escolha entre o preço e os outros parâmetros de qualidade (o valor acrescido que o cliente atribui aos diferentes parâmetros) varia muito de acordo com o cliente, criando espaço no mercado para uma grande variedade de produtos. Por exemplo, certos clientes como hotéis e escritórios estão mais inclinados para produtos *premium* onde o preço é um fator menos importante, enquanto outros clientes, como cantinas escolares, preferem produtos mais económicos e mais genéricos em termos de aceitação, ou seja, pode ser equacionado sugerir uma espetada de frutas tropicais a um escritório, enquanto para satisfazer as necessidades de uma cantina esta aceitará melhor uma salada de fruta simples.

Esta grande variedade/divergência de expectativas, traduz-se numa necessidade de uma preocupação constante na altura de definir metas, objetivos e os processos em si.

#### **5.4. Custos de qualidade**

Os custos de qualidade abarcam as despesas envolvidas para que se obtenha um produto com a qualidade pré-estabelecida, e estes podem dividir-se em três grandes grupos conforme o ponto de aplicação das intervenções:

- Custo de prevenção – custos de medidas para que se consigam controlar fatores que levariam a uma quebra de qualidade, antes e durante a produção
- Custo de avaliação – custos relativos à avaliação, deteção e inspeção da qualidade do produto
- Custo de falhas – custos correspondentes aos produtos acabados que se encontram em não conformidade
  - Custos de falhas internas – antes de chegar ao consumidor
  - Custos de falhas externas – após chegar ao consumidor

A identificação e determinação de custos de qualidade deve ser detalhada para que o sistema seja eficaz, no entanto a sua implementação deve ser idealizada para que seja suficientemente prática e exequível num contexto empresarial.

Os custos de qualidade devem sempre fazer parte do sistema de contabilidade da empresa, sendo contabilizados se identificados e estimados se não identificados.

A importância da monitorização dos custos de qualidade está na melhoria constante em comparação com o passado (Mitra, 2016; Wood, 2013).

#### **5.5. Processos de produção alternativos**

Há várias possibilidades tecnológicas para produzir puré de maçã, dividindo-se em dois grandes métodos, um mais artesanal de cozedura com um passo de arrefecimento rápido posterior, e outro mais desenvolvido baseado numa tecnologia com aplicação de alta pressão isostática ou hidrostática (High Pressure Processing, HPP). A escolha entre estes dois tipos de processamento deverá basear-se principalmente no volume de produção e na estratégia de crescimento da empresa.

##### **5.5.1. Cook & chill**

O método cook & chill é baseado numa operação de pasteurização seguida de um rápido arrefecimento abaixo dos 3°C em menos de 120 minutos (USDA, 2015), permitindo que os produtos sejam armazenados por mais tempo, só requerendo que sejam regenerados antes de serem servidos.

Historicamente, esta tecnologia começou a ser usada em países como a França, Suécia e os Estados Unidos da América, no início da década de 60, e maioritariamente em operações de



*catering* em cantinas escolares, hospitalares e industriais. Na Holanda, Suíça e Austrália, esta tecnologia teve ampla utilização na distribuição de refeições prontas a cidadãos idosos em meios rurais através de programas sociais de apoio (Light & Walker, 1990).

Vantagens de um sistema cook & chill (Light & Walker, 1990):

- Como é um método sistematizado e documentado, permite a aplicação de uma metodologia HACCP;
- Aumento da data limite de consumo;
- Com a possibilidade de produzir para fazer armazenamento, permite uma melhor gestão da produção e do pessoal, sendo menos sensível a falhas de pessoal ou de matéria-prima;
- Grandes variedades de produtos podem ser armazenadas com esta tecnologia.

As vantagens de maior impacto afetam principalmente a gestão da produção, sendo as alterações à segurança dos alimentos menos importantes para a tomada de decisão. Ainda assim, se for cumprido o binómio tempo/temperatura, há uma clara garantia de segurança dos alimentos (Light & Walker, 1990).

Desvantagens de um sistema cook & chill (Light & Walker, 1990):

- Apesar da grande versatilidade do método, nem todos os produtos podem ser geridos num sistema cook & chill, devido a perdas de características organoléticas próprias;
- Necessidade de investimento em equipamentos de arrefecimento, para além de que requer uma câmara frigorífica para armazenamento que tenha capacidade de manter a temperatura entre os 0°C e os 2°C (VanNortwick, 2001);
- Os equipamentos requerem manutenção e higienização regulares com as necessidades de treino associadas;
- Há alguma perda de qualidade nutricional, que pode ser importante em ambiente hospitalar e pode requerer que sejam adicionados suplementos nutricionais para contrariar as perdas;
- Se as temperaturas não forem respeitadas, pode desenvolver-se *Listeria monocytogenes*, mesmo a baixas temperaturas (Dijksterhuis & Samson, 2006; Yam, 2009).

No último ponto, é fácil perceber que, num sistema cuja segurança é baseada no controlo da temperatura, é absolutamente fulcral que esta seja mantida em conformidade com as necessidades tecnológicas para que se mantenha o estado sanitário do alimento (Light & Walker, 1990).

### 5.5.2. Cook & freeze

Este processo é muito similar ao cook & chill e baseia-se numa pasteurização seguida de um arrefecimento rápido, mas neste caso para temperaturas negativas, nomeadamente abaixo dos -18°C (Yam, 2009).

Vantagens de um sistema cook & freeze (Yam, 2009):

- Como é um método sistematizado e documentado, permite a aplicação de uma metodologia HACCP;
- Aumento considerável da data limite de consumo;
- Com a possibilidade de produzir para fazer grandes períodos de armazenamento e quantidades, possibilita uma melhor gestão produtiva e do pessoal, é menos sensível a falhas de pessoal ou de matéria-prima.

Também estas são muito semelhantes ao sistema cook & chill, sendo principalmente razões de gestão, passando apenas a validade para a ordem de grandeza de meses ao invés de dias.

Desvantagens de um sistema cook & freeze (Yam, 2009):

- Muitos produtos não podem ser congelados (inclusivamente muitas frutas) (Hui et al., 2006);
- Necessidade de investimento em equipamentos de arrefecimento rápido mais poderosos que no sistema cook & chill, para além de requerer uma câmara frigorífica para armazenamento, tem de ter maior capacidade de frio que consiga manter a temperatura abaixo dos -18°C;
- Os equipamentos requerem manutenção e higienização regulares com as necessidades de treino associadas;
- Há uma maior perda de qualidade nutricional quando comparado com o sistema cook & chill, que pode ser importante em ambiente hospitalar e pode requerer que sejam adicionados suplementos nutricionais para contrariar as perdas;
- Contrariamente ao sistema cook & chill, não permite o fracionamento em porções após a operação de arrefecimento;
- Requer quase sempre equipamentos específicos para regeneração antes do consumo.

As desvantagens deste sistema são partilhadas com a implementação de qualquer outro sistema novo, e portanto deverão ser pesadas em conformidade com isso (Light & Walker, 1990). Devido à forma como o protocolo entre a Empresa X e as outras empresas do Grupo Y está idealizado, a necessidade de transporte a temperaturas negativas e a necessidade

posterior de regeneração inviabiliza este sistema produtivo como uma solução possível para a empresa X.

### **5.5.3. High Pressure Processing (HPP)**

Os primeiros passos desta tecnologia foram expostos num apaixonante relatório preliminar de 1899, mostrando já na altura resultados muito promissores relativamente a sumos de fruta, leite e pedaços de carne (Hite, 1899).

O High Pressure Processing baseia-se na aplicação de elevada pressão, tratando-se de um tratamento atérmico sobre o alimento já embalado, levando à perda de função ou destruição dos microrganismos e um grande aumento do tempo de vida do produto (Downing, 1989; Landl, Abadias, Sárraga, Viñas, & Picouet, 2010; Sulaiman, Soo, Yoon, Farid, & Silva, 2015). Os danos são imputados aos microrganismos por vários mecanismos, primeiramente por alterações estruturais nas membranas citoplasmáticas que levam a perdas de permeabilidade, por inativação de enzimas e outras proteínas e por inibição de mecanismos genéticos (Brennan, 2006; Hugas, Garriga, & Monfort, 2002; Michielis, Bartlett, & Aertsen, 2008)

O tratamento de alta pressão é denominado tridimensional, pois resulta da combinação dos três fatores, pressão, temperatura e tempo, contrariamente ao sistema bidimensional mais usado, o tratamento térmico, que apenas depende de tempo e temperatura.

Recentemente chegou-se à conclusão de que para além de possivelmente todos os frutos e vegetais, esta tecnologia mostra resultados muito promissores em alimentos processados, sumos, produtos de origem animal, como carne processada, ostras e até leite (Rastogi, 2013). Ainda assim a tecnologia mostra algumas limitações, o equipamento necessário é extremamente dispendioso, requer embalagens específicas, pode alterar as características dos lípidos (García Regueiro, Clariana, & Díaz, 2008; Rahaman, 1999) ou características de textura dos alimentos (Sangronis et al., 1997).

### III) Estudo de caso: Avaliação da capacidade produtiva de uma linha de sobremesas prontas a consumir e detecção de falhas da qualidade

#### 1. Objetivos

O estudo teve como objetivo principal avaliar todo o processo produtivo de uma sobremesa pronta a consumir, por forma a poder otimiza-lo nas suas várias vertentes, garantindo o fornecimento de um produto alimentar com a máxima qualidade e a segurança do consumidor, de forma economicamente viável para o produtor, devido a um aumento da data limite de consumo.

Para a avaliação económica da linha de produção, foram reconhecidos três momentos-chave no processo e identificados objetivos específicos para cada um deles. Considerou-se a preparação da matéria-prima (onde serão avaliadas diferenças entre preparação manual e mecanizada), confeção (situar-se-ão as características do processo) e o embalamento e selagem (onde se compararão os modelos manuais e mecânicos do processo) (Tabela 3).

Tabela 3 - Momentos-chave do processo a avaliar

Fase da linha de produção	Objetivo específico
Preparação da matéria-prima (descasque, corte, descaroçamento)	Comparação das duas formas de preparação de matéria-prima: mecânica e manual
Confeção	Descrição quantitativa do processo de confeção e suas variáveis
Embalamento e selagem	Comparação das duas formas de embalamento e selagem: mecânica e manual

A avaliação laboratorial do produto final consistiu em:

- Análise nutricional para elaboração da rotulagem;
- Determinação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos (análise microbiológica, pH,  $a_w$  e patulina).

Por fim, apresentam-se soluções tecnológicas para implementação na empresa.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Avaliação económica do processo de produção

Encontram-se esquematizados na Tabela 4 os parâmetros analisados em cada uma das fases da linha de produção. Estes dividir-se-ão em aproveitamento e produtividade.

Tabela 4 - Matriz dos pontos a avaliar em cada fase chave da linha de produção

	Ponto específico da fase	Produtividade
Preparação da matéria-prima	Aproveitamento da preparação da matéria-prima	Produtividade da preparação da matéria-prima
Confeção	Teor de água adicionada	Produtividade confeção
Embalamento e selagem	Quebras produto final	Produtividade embalamento

#### 2.1.1. Amostragem e recolha de dados

Os registos foram elaborados sempre que se produziu a sobremesa pronta a consumir em estudo. Alguns foram recolhidos *in situ* por um responsável de produção, outras foram efetuadas e registadas pelas próprias trabalhadoras em folha de registo própria. Estas informações eram depois verificadas no dia seguinte, para detetar incongruências e, sempre que necessário, para alertar sobre o preenchimento correto das folhas de registos.

#### 2.1.2. Medições peso

As medições de massa necessárias para esta avaliação foram determinadas recorrendo à balança presente no cais de receção de matéria-prima, tendo esta o selo de inspeção de 2016 renovado em março de 2017. O alcance do equipamento situa-se entre 25 e 3000 kg, com uma precisão de  $\pm 2$  kg.

#### 2.1.3. Medições tempo

As medições de tempo foram efetuadas pelo relógio de parede presente na sala de produção.

#### **2.1.4. Comparação das duas formas de preparação da matéria-prima: mecânica e manual**

##### **2.1.4.1. Aproveitamento da preparação da matéria-prima**

Na preparação da matéria-prima, o aproveitamento consiste na proporção de produto líquido pronto para ser transformado em puré (ou seja, maçãs descascadas e descaroçadas) sobre a quantidade de matéria-prima inicial. É apresentado normalmente em percentagem.

$$\text{Aproveitamento preparação MP (\%)} = \frac{\text{Maçã descascada e Descaroçada (Kg)}}{\text{Maçã bruta (Kg)}} \times 100$$

Este parâmetro é importante pois, dentro dos custos com matéria-prima, esta é geralmente a rubrica mais volumosa.

##### **2.1.4.2. Produtividade da preparação da matéria-prima**

A produtividade corresponde à quantidade de produto produzido, usualmente em quilogramas, numa determinada unidade de tempo, tipicamente a hora. Foi escolhido este parâmetro pois, dentro dos custos com mão-de-obra, este é geralmente a rubrica mais volumosa.

$$\begin{aligned} \text{Produtividade preparação (Kg/hora/trabalhador)} \\ = \frac{\text{Maçã descascada e Descaroçada (Kg)}}{\text{Tempo (hora)} \times \text{Trabalhadores (n)}} \end{aligned}$$

#### **2.1.5. Descrição quantitativa do processo de confeção e suas variáveis**

##### **2.1.5.1. Teor de água adicionada**

Na fase de confeção, é adicionada à maçã descascada e descaroçada uma determinada quantidade de água, sendo depois aquecido até apresentar a consistência e viscosidade desejadas. Durante este processo, grande parte da água evapora, mas, ainda assim, o produto final apresentará maior peso que a maçã que foi inicialmente adicionada.

Este valor traduz a quantidade de água no produto final que foi adicionada no passo intermédio de confeção. Esta é diretamente proporcional à viscosidade apresentada pelo produto final e é um critério de qualidade organolética (Saravacos, 1970); é no entanto também um importante fator económico, devido à diferença considerável de custo com matéria-prima entre a maçã e a água.

$$\begin{aligned} \text{Teor de água adicionada (\%)} \\ = \frac{\text{Maçã descascada e descaroçada (Kg)} - \text{Produto final (kg)}}{\text{Produto final (kg)}} \times 100 \end{aligned}$$

### 2.1.5.2. Produtividade confeção

À semelhança do descrito no subcapítulo anterior, a produtividade diz respeito à quantidade de produto produzido, neste caso produto final (puré de maçã) numa determinada unidade de tempo, sendo que representa uma rubrica volumosa nos custos com mão-de-obra.

$$\text{Produtividade confeção (Kg/hora/trabalhador)} = \frac{\text{Produto final (Kg)}}{\text{Tempo (hora)} \times \text{Trabalhadores}(n)}$$

### 2.1.6. Comparação das duas formas de embalagem e selagem: mecânica e manual

#### 2.1.6.1. Quebra do produto final

A quebra no produto final corresponde à quantidade de produto final produzida para além daquela que era teoricamente necessária. Esta quantidade diz respeito a excessos de produto e perdas ao longo do percurso de produção como, por exemplo, produto que fica retido nas tubagens das máquinas. É expressa em percentagem do produto final:

$$\begin{aligned} \text{Quebra no produto final (\%)} \\ = \frac{\text{Quantidade produzida (Kg)} - \text{Quantidade teórica (Kg)}}{\text{Quantidade produzida (Kg)}} \times 100 \end{aligned}$$

#### 2.1.6.2. Produtividade embalagem e selagem

A produtividade no processo de embalagem e selagem corresponde à quantidade de produto embalado e selado por unidade de tempo por trabalhador.

$$\text{Produtividade embalagem (Kg/hora/trabalhador)} = \frac{\text{Produto embalado (Kg)}}{\text{Tempo (hora)} \times \text{Trabalhadores}(n)}$$

### 2.1.7. Tratamento estatístico

As hipóteses nulas ( $H_0$ ) a testar encontram-se esquematizadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Lista de hipóteses nulas para cada um dos pontos a avaliar

Fase da linha de produção	Hipótese nula
Preparação da matéria-prima (descasque, corte, descaroçamento)	$H_0$ : A diferença entre o aproveitamento da preparação de matéria-prima através dos métodos mecânico e manual são devidas ao acaso.
	$H_0$ : A diferença entre a produtividade da preparação de matéria-prima através dos métodos mecânicos e manual são devidas ao acaso.
Embalamento e selagem	$H_0$ : A diferença entre as quebras no embalamento e selagem através dos métodos mecânicos e manual são devidas ao acaso.
	$H_0$ : A diferença entre a produtividade no embalamento e selagem através dos métodos mecânicos e manual são devidas ao acaso.

Para avaliar se havia diferenças estatisticamente significativas entre as médias do processo manual e do processo mecanizado, as médias obtidas para diferentes métodos (mecânico vs. manual) foram comparados com um teste t bicaudal, com a variância avaliada pelo teste F. Os resultados foram previamente submetidos a um teste Shapiro-Wilk para verificar se se enquadravam numa distribuição normal, como esperado, requisito para a utilização do teste t.

Para tal, os dados foram organizados em Excel 365® e analisados com GraphPad InStat®.



## **2.2. Avaliação laboratorial do produto final**

Foram recolhidas duas amostras de produto final (200 g total) de cada um dos dias de 22/02/16, 23/02/16 e 25/02/16. Estas foram retiradas no momento final de produção, após a selagem e foram congeladas a -18°C.

Foram depois transportadas até ao laboratório de tecnologia da Faculdade de Medicina Veterinária numa caixa térmica e imediatamente analisadas.

### **2.2.1. Análise nutricional para elaboração da rotulagem**

- **Humidade**

A determinação da humidade foi realizada segundo a técnica presente na NP-1614 (2002), mediante avaliação da perda de massa em estufa regulada a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até peso constante. Os resultados foram expressos em percentagem em massa.

- **Matéria gorda livre e ácidos gordos saturados**

O teor de matéria gorda livre total foi determinado pelo método de Soxhlet consoante o descrito na NP-1224 (2002), usando para extração o resíduo seco e como solvente o éter de petróleo. Os resultados foram expressos em percentagem em massa.

Para determinar a quantidade de lípidos numa amostra utilizou-se um detetor de ionização de chama, que consiste numa chama de hidrogénio e um prato coletor, o efluente passa da coluna de cromatografia gasosa através da chama, que irá dividir a amostra em moléculas orgânicas e produz iões que são depois recolhidos num eléctrodo negativo e produzem um sinal elétrico (Machado, Reis, Nunes, Padilha, & Druzian, 2013).

- **Fibra**

A determinação de NDF, ADF e ADL foi realizada de acordo com o método de Van Soest et al. (1991), através da utilização do sistema de Fibertec.

- **Proteínas**

A proteína total foi calculada por determinação do azoto pelo método de Kjeldhal segundo a NP-1612 (1979), modificada para proceder à mineralização com ácido sulfúrico concentrado num digestor DK6 (Velp Scientifica, Itália), a que se seguia destilação em aparelho UK 139 (Velp Scientifica, Itália) e a titulação, do amoníaco combinado com o ácido bórico, pelo ácido sulfúrico numa concentração de 0,2 N. Estes foram depois multiplicados pelo fator 6,25, correspondendo a um teor de proteína 6,25 vezes à massa de azoto.

$$\text{Proteína total} = \text{Massa de azoto} \times 6,25$$

- **Cloretos**

Para determinar o teor de cloretos, realizou-se a sua extração a quente e posterior precipitação por excesso de nitrato de prata, realizando-se depois a titulação desse excesso com tiocianato de potássio em presença de alúmen férrico, de acordo com 161 NP-1845 (1982). Os resultados foram expressos em percentagem, em massa, de cloreto de sódio.

- **Cinzas**

A determinação da cinza total foi processada por via seca, com incineração a uma temperatura de  $550 \pm 25^\circ\text{C}$  em mufla modelo N3 da Naber Industrieofanbau (Bremen, Alemanha) e posterior determinação da massa do resíduo, como reportado na NP-1615 (2002). Os resultados foram expressos em percentagem em massa.

- **Hidratos de carbono e açúcares**

O método utilizado para a determinação do teor de hidratos de carbono foi o método centesimal, postulando-se assim que este é definido através da determinação de todas as outras frações de nutrientes e o valor que faltar para o total de amostra corresponderá ao valor de hidratos de carbono da amostra.

Para a determinação da concentração de açúcares redutores na amostra, foi utilizado o método de Munson Walker que consiste num método gravimétrico, em que os hidratos de carbono são oxidados na presença de calor e de um excesso de sulfato de cobre e tartarato alcalino sob condições controladas que levarão à formação de um precipitado de óxido de cobre.

A quantidade de precipitado formado é diretamente proporcional à concentração de açúcares redutores na amostra inicial. A concentração do precipitado é determinada gravimetricamente (por filtração, secagem e pesagem) ou titulando (Silva, Monteiro, Alcanfor, Assis, & Asquieri, 2003). Os resultados foram expressos em percentagem em massa.

- **Energia**

O valor energético do alimento foi calculado após conversão esquematizada na Tabela 6.

Tabela 6 - Fatores de conversão, anexo XIV, do regulamento (UE) nº 1169/2011

Nutriente	Fator de conversão (kcal/g)
Lípidos	9
Proteína	4
Hidratos de carbono	4
Fibra	2

O resultado final obteve-se pela soma dos diferentes nutrientes convertidos em energia. Os valores são expressos em kJ/100 g e em kcal/100 g de alimento.

### 2.2.2. Determinação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos

- **Contagem de microrganismos aeróbios totais a 30°C**

A contagem de microrganismos aeróbios totais foi realizada em duplicado, com sementeira por incorporação de 1 ml de cada diluição decimal no meio de cultura Triptose Glucose Extract Agar (Scharlau, Espanha), incubado a 30°C por 72 horas conforme a NP- 4405 2002). Os resultados foram expressos em logaritmo decimal do número de unidades formadoras de colónias por grama de produto analisado (log ufc/g).

- **Contagem de bolores e leveduras**

A contagem de bolores e leveduras foi realizada em duplicado, com sementeira à superfície com auxílio de um semeador, de 1 ml de inóculo distribuído por 5 placas de Petri contendo meio de cultura Cooke Rose Bengal com clorotetraciclina (Scharlau, Espanha) e depois incubadas a 23±2°C durante 5 dias conforme a NP-2077 (1985), expressando-se os resultados em log ufc/g.

- **Contagem de Enterobacteriaceae**

A contagem de Enterobacteriaceae foi realizada em duplicado, com sementeira por incorporação de 1 ml de cada diluição decimal no meio de cultura VRBD - agar violeta de cristal vermelho neutro bÍlis glucose - (Merck, Alemanha), incubado a 37°C durante 48 h, conforme a NP-4137 (1991), expressando-se os resultados em log ufc/g.

- **pH e atividade da água ( $a_w$ )**

A determinação do pH foi feita de acordo com a NP-3441 (1990), recorrendo a um potenciómetro portátil HI9023 (HANNA Instruments, Itália) e ao elétrodo de perfuração FC230B do mesmo fabricante. O valor do pH obteve-se da média de três determinações à temperatura ambiente de 25°C.

A determinação do  $a_w$  fez-se com recurso a um aparelho previamente calibrado, modelo ROTRONIC HYGROSKOP DT (Zurique, Suíça), equipado com uma estação de medida do tipo WA14-TH termicamente estável a 25°C a partir da média de duas determinações consecutivas.

- **Patulina**

Foi retirada uma amostra de 100 gramas em embalagem própria e enviada para o laboratório da Controlvet Segurança Alimentar S.A..

Os ensaios para determinação do teor de patulina utilizaram a técnica de cromatografia líquida. Esta é rápida, simples e económica com limites de deteção de 5 µg/l (Gökmen & Acar, 1999).

### 3. Apresentação de resultados e discussão

Para melhor interpretar os dados, foram removidos os *outliers* que manifestamente surgiram como consequência de lotes pequenos em que o tempo para a limpeza dos equipamentos dilui as vantagens, ou em casos em que os tempos registados pelo operário correspondem apenas à hora de início e à hora do fim da tarefa, não tendo em conta as pausas, similarmente ao que ocorre por vezes por falta de controlo de “ajudas” ou por realocação de tarefas. Esta metodologia baseia-se no pressuposto que a produção diária se deve situar em torno de um mínimo de 200 a 300 kg de matéria-prima inicial para justificar o tempo despendido na preparação dos equipamentos e na limpeza dos mesmos. Este cenário não é tanto a situação atual da empresa em estudo, mas é um objetivo a alcançar.

#### 3.1. Avaliação económica do processo de produção

- **Preparação da matéria-prima**

A preparação manual mostra-se menos eficaz que a preparação mecânica, reportando-se médias de aproveitamento de 60,0% (n=10) e 65,6% (n=9) e uma produtividade de 49,8 kg/trabalhador/hora (n=7) e 78,2 kg/trabalhador/hora (n=9) respetivamente.

Estes valores mostram uma distribuição normal pelo teste Shapiro-Wilk e uma variância igual como determinado pelo teste F. Assim, pode aplicar-se um teste t bicaudal para determinar diferenças significativas entre as médias dos dois métodos.

O resultado mostra diferenças extremamente significativas ( $p < 0,0001$ ) entre o método manual e o mecânico, gerando este cerca de 9% de aproveitamento extra e proporcionando em média uma produtividade 57% mais alta.

Estes resultados são muito promissores, no entanto, o método manual ainda se apresenta como uma alternativa muito importante em casos onde a quantidade de matéria-prima a preparar é pequena, ou seja, até cerca 30 kg, onde o tempo de preparação e higienização dos equipamentos tornam a produtividade mais baixa, chegando a 40 kg/trabalhador/hora. Outra limitação considerável do método mecânico é que só permite um trabalhador na linha, enquanto o método manual pode ser reforçado com mais trabalhadores, cada um contribuindo com a sua produtividade. Por fim, o método mecânico requer algum grau de manutenção da máquina e formação por parte do operador, que quando não é corretamente feito leva a danos e desgaste nos equipamentos, com os custos de manutenção associados.

- **Confeção**

A confeção é ainda um ponto de alguma variabilidade do processo, sendo desconhecido o binómio tempo/temperatura necessário em função de produções radicalmente diferentes, tanto em termos de quantidade de produto a trabalhar, visto que a produção por lote varia desde 20 kg de produto final até 120 kg de produto final, como as variedades de maçã e o respetivo estado de maturação, variam entre lotes.

Assim, o controlo neste ponto é feito empiricamente, fazendo-se a trituração num ponto em que a maçã já possui uma consistência baixa, após fervura na água, e depois controla-se a viscosidade, que é principalmente baseada no teor de água presente na mistura (Saravacos, 1970). A média do teor de água adicionada alcançado nas amostras foi de 30,6% (n=6), que está perto dos 30% definidos como objetivo.

Estas grandes diferenças, aliadas à variação do estado de maturação da maçã, à sua variedade, ao aproveitamento de variedades diferentes devido a defeitos epidérmicos por exemplo, levam a que o tempo necessário de confeção se altere. Neste ponto, foi também considerado o tempo necessário para a trituração, dado que esta é uma operação importante em termos de tempo despendido, mas que varia também muito, nomeadamente pelo tipo de trituradora utilizada.

Os dados recolhidos apontam para a produtividade da confeção de 58,0 kg/trabalhador/hora (n=3), mas estes são baseados em poucas observações, com grande variação e com base num processo altamente variável. Estes resultados deverão ser reavaliados e o processo de amostragem deverá ser feito para lotes de dimensão semelhante, com distinção entre os equipamentos usados. Estas deficiências refletem-se nos resultados obtidos no tratamento estatístico, não se comportando os resultados como uma distribuição normal no teste de Shapiro-Wilk para a produtividade. O teor de água já se comporta como uma distribuição normal neste teste.

- **Embalamento e selagem**

Este passo do processo, similarmente ao passo de preparação, pode ser completado manualmente ou recorrendo a equipamento mecanizado de embalamento e selagem, que se mostra mais eficaz que o processo manual, conseguindo-se valores de produtividade de 88,6 kg/trabalhador/hora (n=6) contra os 73,1 kg/trabalhador/hora (n=7) do método manual. Analogamente à preparação, também o desperdício é menor, apresentando uma média de quebras de 8% (n=7) contra os 10% (n=4). Esta diferença é particularmente importante porque, ao contrário do passo da preparação da matéria-prima, as perdas não são apenas na matéria-prima, mas são no produto final, agregando em si todo o investimento decorrente da produção. Os valores registados comportam-se como uma distribuição normal pelo teste Shapiro-Wilk e mostram uma variância desigual como determinado pelo teste F. Aplicou-se depois um teste t bicaudal com a correção de Welch para determinar diferenças significativas entre as médias de ambas as metodologias.

A diferença de produtividade entre as duas metodologias de embalamento é significativa ( $p < 0,05$ ). As diferenças na quebra entre os métodos de selagem não são significativas, ( $p=0,5106$ ), mas este resultado prende-se provavelmente com o facto de haver poucas amostras e com as diferenças de perda entre os métodos em função da quantidade a trabalhar. Provavelmente as diferenças seriam significativas se as amostras fossem

recolhidas de lotes de maior dimensão (200 kg matéria-prima mínima), em maior número e em quantidades iguais para ambos os métodos.

As quebras têm como causas dois grandes fatores, o percurso que o produto faz, ou seja, da marmita para um recipiente e posteriormente para o recipiente final no caso do método manual ou passando ainda pelos equipamentos de embalagem e selagem do produto, perdendo-se sempre algum produto nas paredes dos recipientes e na tubagem dos equipamentos. A partir de um certo ponto estas perdas são difíceis de evitar, mas ainda assim podem ser diluídas se o lote produzido for grande. Considerando que uma fábrica deverá, pelo menos conceptualmente, trabalhar com volumes de produção elevados, estas são de menor importância. O segundo fator de quebra é consideravelmente mais preocupante, exatamente pelo motivo contrário, e consiste no embalagem e selagem de uma quantidade de produto acima daquela que está estipulado, num fenómeno denominado *give-away*. Este é em regra proporcional ao volume de produção, aumentando percentualmente, o que o torna preocupante num ambiente fabril.

Num outro estudo na empresa, foram avaliadas de uma forma informal as quebras no produto final de alguns produtos, sendo que estes valores se situavam perto dos 10% para as sobremesas prontas a consumir, mas com uma variação maior no método manual, tendo uma amostra chegado até aos 39,8% de quebra. No método mecânico, as quebras existem também, mas a variação é muito mais pequena, sendo a grande causa a falta de afinação do equipamento antes da sua utilização. Para combater este problema foi modificada uma ordem de trabalho e disponibilizada uma balança de mesa para que as primeiras embalagens sirvam de afinação ao equipamento.

O *give-away* é propenso a ser mais grave em procedimentos não mecanizados, sendo um importante elemento dissuasor, no entanto, ainda há necessidade de recorrer ao processo manual, em parte por causa das problemáticas já discutidas no ponto anterior quando é necessário trabalhar com quantidades mais pequenas, devido à diluição do tempo de preparação e higienização dos equipamentos, baixando a produtividade do processo. Novamente, como no ponto anterior, outra limitação é que a produtividade máxima é a correspondente a um trabalhador, porque requer utilização do equipamento, com a agravante neste caso que o equipamento em questão é utilizado na empresa para vários processos, diminuindo a sua disponibilidade. Tal como com qualquer processo mecânico, a utilização dos equipamentos requer um grau mínimo de formação para a sua utilização e manutenção e que, se não for corretamente manuseado, leva a danos e desgaste nos equipamentos, com os custos de manutenção associados. Por fim, certos clientes têm especificações que impossibilitam a utilização dos equipamentos, como sejam todas aquelas que não permitam a utilização das embalagens cujo molde é possível de usar no equipamento.

Para maior facilidade de consulta posterior e para mais rápida referência, condensam-se na Tabela 7 abaixo os resultados obtidos.

Tabela 7 - Resultados da matriz de avaliação

	Aproveitamento (%)	Produtividade (kg/trabalhador/hora)	Teor de água adicionada (%)	Quebra (%)
Preparação manual	60,0***	49,8***		
Preparação mecânica	65,6***	78,2***		
Confeção		58,0 <sup>r</sup>	30,6	
Selagem manual		73,1*		10 <sup>0</sup>
Selagem mecânica		88,6*		8 <sup>0</sup>

Legenda: \* estatisticamente significativo, \*\*\* extremamente estatisticamente significativo, <sup>0</sup> não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, <sup>r</sup> reavaliação necessária

### 3.2. Análise nutricional para elaboração de rotulagem

Os resultados obtidos na análise nutricional encontram-se resumidos na Tabela 8. Utiliza-se como valores de referência para comparação com o nosso produto os referidos pelo Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA, 2007) e os valores de referência nutricional publicados pela *United States Department of Agriculture* (USDA, 2015).

Tabela 8 - Resultados obtidos para declaração nutricional do puré de maçã da Empresa X, comparativamente aos valores de referência (INSA, 2007; USDA, 2015)

Valores médios por 100 g	Amostra	Maçã cozida sem açúcar (INSA, 2007)	Maçã, ao natural, descascada, cozida (USDA, 2015)
<b>Energia</b>	174 kJ 42 kcal	214 kJ 51 kcal	222 kJ 53 kcal
<b>Lípidos (g)</b>	0,12	0,50	0,36
<b>Dos quais saturados (g)</b>	0,03	0,10	N/A
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	9,37	10,60	13,64
<b>Dos quais açúcares (g)</b>	7,77	10,60	11,01
<b>Fibra (g)</b>	0,50	1,60	2,40
<b>Proteínas (g)</b>	<0,20	<0,20	0,26
<b>Sal (g)</b>	<0,50	0,006 (mg)	N/A

- **Humidade**

O teor de humidade apresentado pela amostra do lote em análise foi de 89,5%. Este valor é muito semelhante ao apresentado pela maçã cozida 86% (USDA, 2015), uma vez que a sobremesa tem este ingrediente principal na sua constituição sem que ocorra uma grande redução do valor pelo processo de evaporação durante a cozedura para alcançar a textura desejada.

- **Lípidos e ácidos gordos saturados**

Na amostra analisada, o teor de lípidos revelou também ser muito reduzido (0,12 g/100 g), mais reduzido que os números reportados pelo INSA (0,50 g/100 g) e pelo USDA (0,36 g/100 g); tal é provavelmente espelho de uma técnica de determinação desenhada para alimentos com um teor de lípidos superior, e que tem uma menor sensibilidade em alimentos menos ricos neste nutriente.

Como no ponto anterior, o teor de ácidos gordos saturados (0,03 g/100 g) foi também inferior ao reportado pelo INSA (0,10 g/100 g).

- **Fibra**

O teor de fibra foi também mais baixo (0,50 g/100 g) do que o referido por INSA (1,60 g/100 g) e por USDA (2,40 g/100 g)

- **Proteínas**

O valor obtido de proteína não alcançou o limite de deteção da técnica, sendo assim inferior a 0,20 g/100 g, estando em concordância com os valores encontrados pelo INSA (inferior a 0,20 g/100 g) e sendo similar aos da USDA de (0,26 g/100 g) para a maçã bruta.

- **Sal**

Os valores de sal obtidos foram entre 0,03 g/100 g e 0,06 g/100 g. A técnica usada está adaptada para amostras com um teor de cloretos consideravelmente mais alto. Como não há adição de sal durante a produção do puré, podemos aceitar que os valores deste são residuais, estando referidos pelo INSA como 0,006 mg/100 g.

- **Cinzas**

Atendendo aos valores obtidos pela determinação das cinzas, os valores determinados de sal parecem ser adequados pois obteve-se um valor médio de 0,029 g/100 g.

- **Hidratos de carbono e açúcares**

O teor em hidratos de carbono (9,37 g/ 100g) foi inferior ao estabelecido tanto pelo INSA (10,60 g/ 100g) como pelo USDA (13,64 g/ 100g). A diferença com o USDA justifica-se, pois estes avaliaram matéria-prima sem adição de água. A diferença global pode também ser explicada pela utilização de um cultivar de maçã menos doce, ou num estado de maturação menos avançado.

Semelhantemente, o teor de açúcares obtido (7,77 g/100g) foi inferior àquele da bibliografia, tendo o INSA chegado ao valor de 10,60 g/100 g e o USDA reportado 11,01 g/ 100g.

Estas diferenças são justificadas da mesma forma que no tópico anterior.



- **Energia**

O valor energético calculado na amostra em estudo foi de 42 kcal (174 kJ), um pouco abaixo do referido pelo INSA de 51 kcal (214 kJ) e USDA de 53 kcal (222 kJ), mas coerente com o teor baixo de hidratos de carbono e tratando-se de um alimento muito rico em água (Tontisirin, MacLean, & Warwick, 2002).

### **3.3. Determinação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos**

#### **3.3.1. Análise microbiológica**

Os resultados obtidos referentes a indicadores de higiene do processo tecnológico e de deterioração do produto estão resumidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Caracterização microbiológica da sobremesa pronta a consumir.

Grupo microbiano	Lote 22/02/2016	Lote 23/02/2016	Lote 25/02/2016
<b>Aeróbios totais a 30°C</b>	4x10 ufc/g	2,3x10 <sup>2</sup> ufc/g	9x10 ufc/g
<b>Enterobacteriaceae</b>	<10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g
<b>Bolores e leveduras</b>	<10 ufc/g	1x10 ufc/g	<10 ufc/g

(n=3)

- **Aeróbios totais a 30°C**

Este critério tem uma importância limitada como indicador de agentes potencialmente patogénicos ou das toxinas que estes possam produzir, podendo estas estar presentes nos alimentos em questão ainda que as contagens totais de microrganismos sejam baixas (Anderson & Vicente, 1999; Messer & Clifford, 2000).

Um valor alto advém da utilização de matérias-primas muito contaminadas ou de deficiências na linha de produção e/ou distribuição (Guerrero & Chabela, 2000; Shaw, 1996).

A amostra em questão apresentou, nos três lotes analisados, uma contagem de aeróbios totais que variou entre 4x10 ufc/g e 2,3x10<sup>2</sup> ufc/g. O lote 23/02/2016 apresenta um valor mais elevado atribuído a uma contaminação por bolores e leveduras ou por outro grupo microrganismos.

De acordo com os critérios de referência do INSA, as amostras podem ser consideradas satisfatórias (Santos et al., 2003).

- **Enterobacteriaceae**

Alguns dos organismos que são abrangidos por esta família têm propriedades patogénicas, outros são apenas organismos saprófitas decompositores. A principal razão para a sua determinação é que este valor é diretamente proporcional à qualidade sanitária dos alimentos processados para alimentos com processamento térmico. Produtos, como é o caso das frutas de 4ª gama, que não recorram a processamento térmico na sua linha de produção deverão antes avaliar *E. coli* (Pandey, Joshi, Nigam, & Soccol, 2000; Varnam & Sutherland, 1995).

A contagem de Enterobacteriaceae foi inferior ao nível de sensibilidade de contagem da técnica, o que indicia uma boa qualidade higiénica do processo e um tratamento térmico adequado. As amostras de acordo com os critérios de referência do INSA podem ser consideradas satisfatórias (Santos et al., 2003).

- **Bolores e leveduras**

A grande dispersão de fungos no ambiente justifica a sua prevalência nos produtos finais. São assim usados como uma medida da qualidade do ar, higiene geral, utilização de embalagens adequadas ou da utilização de conservantes (Krist, Nichols, & Ross, 2000; Rompf & Jahn, 2000; Ross & Nichols, 2000). A avaliação da proliferação de fungos e leveduras é especialmente importante, pois estes possuem espécies resistentes às usuais barreiras utilizadas na indústria alimentar, como o pH,  $a_w$  e a temperatura (Filtenborg, Frisvad, & Thrane, 1996; Guerrero & Chabela, 2000; Nychas & Drosinos, 2000).

Nas amostras em questão, um dos lotes apresentou um resultado aceitável (em contraste com o ideal “satisfatório”) segundo os critérios do INSA; no entanto, como este resultado corresponde ao nível mínimo de identificação, deverá ser reavaliado novamente (Santos et al., 2003).

### 3.3.2. Parâmetros físico-químicos

- **pH e atividade da água ( $a_w$ )**

O pH médio das amostras recolhidas de três lotes diferentes foi de 4,27 ( $n=3$ ), sendo este valor característico de um alimento ácido, pois o seu pH é inferior a 5,3. Este previne a proliferação de microrganismos como *Salmonella* spp, *Staphylococcus* spp e *Clostridium perfringens*, mas não de bolores e leveduras (Dijksterhuis & Samson, 2006).

Ainda assim, o pH característico deste tipo de produto é usualmente situado entre 3,4 e 4, apontando para que este parâmetro deva ser melhorado, nomeadamente com adição de ácido ascórbico ou ácido cítrico (Sinha, 2006). Este valor é importante pois um pH abaixo de 4,2 previne a maioria dos organismos patogénicos, entre os quais o *Clostridium botulinum* (Doores, 1993; Leistner & Gould, 2002; Mossel, Corry, Struijk, & Baird, 1995).

O  $a_w$  médio obtido foi de 0,975 ( $n=2$ ); este valor de  $a_w$  é consideravelmente alto, o que tornaria a sobremesa num bom substrato para desenvolvimento microbiano. No entanto, o produto final apresenta um pH ácido ( $pH < 4,5$ ), o que impede a proliferação de certos microrganismos com elevada importância em segurança dos alimentos como *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp. e *Clostridium perfringens*, mas não de bolores e leveduras que se conseguem desenvolver em  $pH < 4,5$  (Krist et al., 2000; Leistner & Gould, 2002).

Considerando, no entanto, que é aplicado ao puré um passo de cozedura durante a confeção, e que este atinge cerca de 100°C durante alguns minutos, e que o produto acabado é

embalado antes de entrar na “*danger zone*” (4°C a 57°C), pode dizer-se que o produto final é um alimento seguro, desde que mantido dentro das temperaturas recomendadas (0°C a 4°C) e consumido dentro da data limite de validade (McCabe-Sellers & Beattie, 2004).

- **Patulina**

Os purés de maçã são vendidos, entre outros, a hospitais, tanto para alimentação dos doentes internados, como para alimentação através de sonda naso-gástrica. É de extrema importância que estes tenham baixos teores de patulina, pois também poderá ser consumido por crianças (Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2014; Gökmen & Acar, 1998; Stoloff, 1975).

Está delineado um programa anual de amostragem aos purés de maçã para determinação da concentração de patulina no produto final. Para além disso, é também apresentado aos fornecedores um questionário de avaliação de fornecedores onde um dos pontos incide sobre a escolha de fruta num bom estado de conservação e, no caso de serem fornecedores de maçã, sobre o controlo de patulina no armazenamento.

A primeira determinação realizada mostrou que o teor de patulina está abaixo do limite de deteção da técnica (inferior a 0,5 µ/kg). Exemplo de um relatório analítico completo apresenta-se na Figura 16.

Figura 16 - Relatório analítico Controlvet



**Controlvet**  
Controlvet Segurança Alimentar S.A.  
Zona Industrial de Tondela ZIM II, Lotes 2 e 6 3450-070 Tondela

Relatório nº 112342/2016 Pg 1/1  
Correção de Relatórios anteriores  
Data Emissão: 24-06-2016

N.º de Análise:	QA / 9015 / 16	
Data Colheita:	03-05-2016	
Data Receção:	03-05-2016	
Data Início Ensaio:	05-05-2016	
Data Fim Ensaio:	18-05-2016	
Código Cliente:	5301	

Exmo(s) Sr(s):  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Unidade: \_\_\_\_\_

<b>Identificação da Amostra:</b>		<b>61388 / 16</b>
Produto : Puré de Maçã Data Validade : 13-05-2016 A colheita de amostra não foi efectuada pela Controlvet.	Acondicionamento : emb. própria Lote : 02052016	

Ensaio	Método	Resultado	Unidade
(a) Patulina	CZ_SOP_006_04_216 (Determinação da Patulina por cromatografia líquida)	<5.0 (LQ)	µg/kg

Este relatório anula e substitui o relatório nº 87914/2016.

Lista de abreviaturas: NE- Número estimado; UFC- Unidades formadoras de colónias; LQ – Limite de quantificação; LD – limite de detecção; V.L. – Valor Limite; V.R. – Valor Recomendado; VP - Valor Paramétrico; C - Conforme; A - Aceitável; NC - Não Conforme; Unid. - Unidade; DO - Densidade óptica.  
 O ensaio assinalado com (s) foi subcontratado e não é acreditado.  
 O ensaio assinalado com (a) foi subcontratado e é acreditado.

Este Relatório de Ensaio refere-se apenas às amostras analisadas.  
 Proibida a reprodução parcial deste documento.

  
 Técnico Superior de Laboratório  
 Pedro Paulo Martins

Mod 201.19 Documento Processado por Computador

Estes resultados ocorrem das boas práticas de produção e são certamente resultado da escolha adequada dos fornecedores e da grande preocupação transmitida às colaboradoras em não utilizar matéria-prima não conforme.

#### **4. Análise crítica do processo de produção de uma linha de sobremesas prontas a consumir**

Alterar um qualquer esquema produtivo obriga a que se tomem vários detalhes em consideração, a) deve ser consultada a bibliografia disponível (anteriores formulações e reformulações que já se tenham desenvolvido na empresa com os resultados obtidos são boas fontes de informação), b) devem comparar-se com outros produtos do mercado do mesmo género e c) devem ser desenvolvidos testes em pequena escala para que se identifiquem problemas que possam aparecer e que não tenham sido calculados e para mais facilmente parametrizar as características produtivas e não produtivas (Kerzner, 2013).

Dependendo da alteração que esteja a ser ponderada, devem pensar-se diferentes apreciações, por exemplo, se estiver a ser pensada a utilização de um ácido alimentar, deve ser medido o pH, se for uma alteração na quantidade de açúcar num doce ou geleia, deve ser medido o  $a_w$ .

No entanto, há alguns parâmetros que devem ser sempre avaliados, quer seja porque são influenciáveis por muitos fatores, havendo a possibilidade de se tornarem imprevisíveis, ou porque há legislação que obriga a tomar medidas sobre o assunto, ou ainda porque são de tal importância que são incontornáveis.

Dentro destes, tipicamente, compreendem-se uma análise microbiológica, um teste organolético, uma avaliação do tempo de prateleira e os valores de pH e  $a_w$ . Se estes forem feitos, conseguimos ter uma parametrização de resultados para formar um painel padronizado e balizar características de novas formulações ou produtos diferentes.

É assim da maior importância registar de uma forma coerente os testes desenvolvidos e os seus resultados, consequências e conclusões para que, se necessário no futuro, estejam disponíveis para consulta ou para comparação com outros testes.

#### **5. Conclusões e Perspetivas para trabalho futuro**

Os resultados obtidos mostram a importância de monitorizar e melhorar continuamente os processos, mesmo que apenas de um ponto de vista puramente económico. Desta forma, seria interessante que a mesma metodologia fosse aplicada aos outros produtos produzidos, visto que, apesar da maior parte desse trabalho ter sido já desenvolvido, o número de produtos produzido na empresa é grande.

Deve também promover-se uma metodologia baseada no princípio PDCA para ser aplicado aos novos produtos que sejam desenvolvidos, para que estes sejam acompanhados de perto

e se possam fazer as modificações necessárias para, por um lado, promover a segurança dos alimentos e, por outro, garantir o melhor retorno económico para o produtor.

Do ponto de vista microbiológico, dever-se-iam avaliar, devido à enorme importância destes microrganismos, a presença de *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e *Staphylococcus aureus*.

Os primeiros, pois, são microrganismos patogénicos muito importantes na Europa, tendo o número de casos vindo a aumentar desde 2008, e também porque é um dos que mostram maior taxa de mortalidade na Europa (European Food Safety Authority (EFSA) & European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2015; Walker, Archer, & Banks, 1990). Apesar de o produto em estudo recorrer a um passo térmico, que inativa ou destrói o microrganismo em questão, pode haver contaminação posterior com origem no passo de embalamento, seja contaminação cruzada pelos equipamentos ou pela embalagem.

Os segundos, *Clostridium botulinum*, são também muito importantes na indústria alimentar e duplamente importantes, pois conseguem produzir esporos termorresistentes e são também a fonte da toxina botulínica (Peck, 2009).

Por último, os *Staphylococcus aureus* são dos microrganismos mais importantes na indústria alimentar, devido à sua comensalidade e porque são capazes de produzir toxinas termorresistentes capazes de levar a toxinfecções alimentares.

Este tipo de estudos fazem parte da rotina de uma indústria alimentar, como a empresa X, e incidem sobre as instalações em vez de nos produtos finais, fazendo-se cumprir o espírito do modelo HACCP. Ainda assim, a presente dissertação não incide especificamente sobre estes microrganismos tão importantes.

O pH determinado nas amostras foi de 4,27, sendo este acima daquele que é considerado o normal para a indústria de entre 3,4 e 4,0 (Sinha, 2006). Este valor pode por em causa a salubridade do produto final, pois permite o desenvolvimento de, entre outros, *Clostridium botulinum* (Dijksterhuis & Samson, 2006; Doores, 1993; Leistner & Gould, 2002; Mossel et al., 1995). Os estudos sobre formulações com recurso à utilização de ácido cítrico e/ou ascórbico deverão ser terminados para que se consigam alcançar os *standards* da indústria.

Neste momento, o ponto mais sensível da linha de produção corresponde ao passo de arrefecimento. Este é feito o mais rapidamente possível, considerando os equipamentos disponíveis, no entanto o tempo que o arrefecimento demora não é o ideal.

Dever-se-á estudar melhor este passo do processo e ponderar sobre a aquisição de um sistema cook & chill, com os equipamentos necessários.

#### IV) Referências bibliográficas

- Abadia, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C. & Viñas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1), 121-129.
- Agriculture and Consumer Protection. (2013). Principles and Guidelines for the Establishment and Application of Microbiological Criteria Related To Foods. *Codex Alimentarius/GL*, 1–6.
- Ahlgren, M. K., Gustafsson, I.-B., & Hall, G. (2005). The impact of the meal situation on the consumption of ready meals. *International Journal of Consumer Studies*, 29(6), 485–492.
- Anderson, P., & Vicente, M. del R. C. Y. P. (1999). *Microbiología alimentaria* (2a Ed.). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Bomon, M. (2016). Comunicação pessoal.
- Brennan, J. (2006). High Pressure Processing. In M. F. Patterson, D. A. Ledward, & N. Rogers (Eds.), *Food Processing Handbook* (1st ed., pp. 173–196). Willey.
- Çandır, E. (2017). Fresh-Cut Fruits. In F. Yildiz & R. C. Wiley (Eds.), *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables* (Second edi, pp. 327–384). Maryland: Chapman & Hall.
- Casagrande, S. S., Wang, Y., Anderson, C., Gary, T. L., Genkinger, J. M., Platz, E. A., ... Flegal, K. M. (2007). Have Americans Increased Their Fruit and Vegetable Intake? The Trends Between 1988 and 2002. *American Journal of Preventive Medicine*, 32(4), 257–263.
- Center for Food Safety and Applied Nutrition. (2014). *Natural Toxins - Patulin in Apple Juice, Apple Juice Concentrates and Apple Juice Products*. Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Codex alimentarius commission. (2010). *Procedural manual* (Nineteenth). Rome: Secretariat of the Joint FAO/WHO Food Standards Programme.
- Comissão Europeia. L 295/1, Jornal Oficial da União Europeia (2011). Bruxelas: Comissão Europeia.
- Comissão Europeia. L 295/178, 6 § (2011). Bruxelas: Comissão Europeia.
- Comissão para a Igualdade no Trabalho e no Emprego. (2010). *Relatório sobre o progresso da igualdade de oportunidades entre mulheres e homens no trabalho, no emprego e na formação profissional – 2010*.
- Council for Agricultural Science and Technology. (2003). *Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems*. Ames.
- Dijksterhuis, J., & Samson, R. a. (2006). *Food Spoilage Microorganisms. Food Spoilage Microorganisms* (Vol. 1).
- Doores, S. (1993). Organic acids. In P. Davidson & A. Branen (Eds.), *Antimicrobials in foods* (2nd Ed, pp. 95–136). Marcel Dekker, Inc.
- Downing, D. L. (1989). *Processed Apple Products*. Melbourne: AVI.
- Erkan, M., & Yıldırım, I. (2017). Postharvest Quality and Safety of Fresh-Cut Vegetables. In F. Yildiz & R. C. Wiley (Eds.), *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables* (Second Edi, pp. 271–326). Maryland: Chapman & Hall.
- European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2015). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. *EFSA Journal*, 13(12), 1–191.
- FFMS. (2016). População activa: total e por sexo. PORDATA – Estatísticas, gráficos e indicadores de Municípios, Portugal e Europa. Retrieved February 17, 2017, de <http://www.pordata.pt>.

- Filténborg, O., Frisvad, J. C., & Thrane, U. (1996). Moulds in food spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 85–102.
- Flandrin, J.-L., & Montanari, M. (2013). *Food: A Culinary History from Antiquity to the Present*. (J.-L. Flandrin & M. Montanari, Eds.) (1st ed.). New York: Columbia University Press.
- Franks, F., & Simatos, D. (1985). *Properties of Water in Foods in Relation to Quality and Stability*. (J. L. editors, Ed.).
- Garcia, L. (2015). Comunicação Pessoal.
- García Regueiro, J. A., Clariana, M., & Díaz, I. (2008). Efecto del tratamiento con altas presiones en la composición de ácidos grasos en jamón curado loncheado. *Eurocarne: La Revista Internacional Del Sector Cárnico*, (163), 153–156.
- Geyzen, A. (2015). The ideology of convenience. Canned foods in women's magazines (Flanders, 1945–1960). *Appetite*, 94, 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.03.019>
- Giese, J. H. (1993). Alternative sweeteners and bulking agents. *Food Technology*, 57(1), 114–126.
- Gökmen, V., & Acar, J. (1998). Incidence of patulin in apple juice concentrates produced in Turkey. *Journal of Chromatography A*, 815(1), 99–102.
- Gökmen, V., & Acar, J. (1999). Simultaneous determination of 5-hydroxymethylfurfural and patulin in apple juice by reversed-phase liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 847(1–2), 69–74.
- Gould, L. H., Walsh, K. a, Vieira, A. R., Herman, K., Williams, I. T., Hall, A. J., & Cole, D. (2013). Surveillance for foodborne disease outbreaks - United States, 1998-2008. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries (Washington, D.C. : 2002)*, 62(2), 1–34.
- Guerrero, I., & Chabela, L. (2000). Meat and Poultry. Spoilage of cooked meats and meat products. Problems caused by bacteria. In R. Robinson, C. Batt, & P. Patel (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (1st ed., pp. 1266–1272). Bath: Academic Press.
- Hedberg, C. W., MacDonald, K. L., & Osterholm, M. T. (1994). Changing Epidemiology of Food-Borne Disease: A Minnesota Perspective. *Clinical Infectious Diseases*, 18(5), 671–682.
- Hite, B. H. (1899). *The effect of pressure in the preservation of milk*. Morgantown.
- Hook, S. (2011). *Louis Pasteur: Groundbreaking Chemist & Biologist*. (P. Lewis, Ed.) (1st ed.). Minnesota: ABDO.
- Hugas, M., Garriga, M., & Monfort, J. M. (2002). New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Science*, 62, 359–371.
- Hui, Y. H., Barta, J., Pilar Cano, M., Gusek, T. W., Sidhu, J. S., & Sinha, N. K. (2006). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (1st ed.). Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd.
- IFPA. (2001). *Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry* (4th ed.). Alexandria.
- INSA. (2007). *Tabela da Composição de Alimentos* (1ª). Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- Institute of Medicine, & National Research Council Committee. (2003). *Scientific Criteria and Performance Standards to Control Hazards in Produce and Related Products. Review of the Use of Scientific Criteria and Performance Standards for Safe Food*. National Academies Press (US).
- ISO 9001:2015. *Quality management systems* Retirado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en>

- Kalia, A., & Rajinder, P. G. (2006). Fruit Microbiology. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (1st ed., pp. 3–28). Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd.
- Kaufman, P. R., Handy, C. R., McLaughlin, E. W., Park, K., & Green, G. M. (2000). Understanding the Dynamics of Produce Markets Understanding the Dynamics of Produce Markets: Consumption and Consolidation Grow. *Agricultural Information Bulletin*, (758).
- Kerzner, H. R. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (11th ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kotler, P., Armstrong, G., Saunders, J., & Wong, V. (2015). *Principles of Marketing* (SIXTEENTH). Harlow: Pearson.
- Kotzekidou, P. (2016). *Food Hygiene and Toxicology in Ready-to-Eat Foods*. (P. Oshorn, Ed.) (1st ed.). Oxford: Nikki Levy.
- Krist, K., Nichols, D., & Ross, T. (2000). Ecology of bacteria and fungi in foods. Influence of available water. In R. Robinson & C. Batt (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (1st ed., pp. 539–547). Bath: Academic Press.
- Lamikanra, O. (2002). *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*. (Taylor & Francis Group, Ed.) (1st ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Landl, A., Abadias, M., Sárraga, C., Viñas, I., & Picouet, P. A. (2010). Effect of high pressure processing on the quality of acidified Granny Smith apple purée product. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 557–564.
- Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55(1–3), 181–186.
- Leistner, L., & Gould, G. (2002). *Hurdle technologies - Combination treatments for food stability, safety and quality*. New York: Kluwer Academic.
- Light, N., & Walker, A. (1990). *Cook-Chill Catering: Technology and Management*. Springer Science & Business Media.
- Lock, K., Pomerleau, J., Causer, L., Altmann, D. R., & McKee, M. (2005). The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. *Bulletin of the World Health Organization*, 83(2), 100–108.
- Lund, B. M. (1992). Ecosystems in vegetable foods. *Journal of Applied Bacteriology*, 73(s21), 115s–126s.
- Machado, B. A. S., Reis, J. H. de O., Nunes, I. L., Padilha, F. F., & Druzian, J. I. (2013). Determinação do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa, composição proximal e valor calórico de carne de avestruz (*Struthio camellus*). *J. Food Nutr*, 24(2), 209–216.
- McCabe-Sellers, B. J., & Beattie, S. E. (2004). Food safety: Emerging trends in foodborne illness surveillance and prevention. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(11), 1708–1717.
- Messer, J., & Clifford, J. (2000). Total viable counts. Pour plate technique. In R. Robinson, C. Batt, & P. Patel (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology*. Bath: Academic Press.
- Michielis, C., Bartlett, D. M., & Aertsen, A. (2008). *Listeria monocytogenes* High hydrostatic Pressure. Resistance and Survival Strategies. In T. Wells-Bennik, M., Karatzas, K.A., Moezelaar, R., Abee (Ed.), *High-pressure microbiology* (pp. 101–115). ASM Press.
- Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association. (1993). Implementation of HACCP in A Food Processing Plant. *Journal of Food Protection*, 56(6), 548–554.
- Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement* (4th ed.). Auburn, Alabama: John Wiley & Sons, Inc.



- Mossel, D., Corry, J., Struijk, C., & Baird, R. (1995). *Essentials of the microbiology of foods: a textbook for advanced studies*. England: John Wiley & Sons, Inc.
- NP-1224 (2002) - Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da matéria gorda livre. Método de referência. Lisboa: IPQ. 6 p.
- NP-1612 (1979) - Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto total. Método de referência. Lisboa: IPQ. 6 p.
- NP-1614 (2002) - Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da humidade. Processo de referência. Lisboa: IPQ. 5 p.
- NP-1615 (2002) - Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da cinza total. Processo de referência. Lisboa: IPQ. 6 p.
- NP-1845 (1982). Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação do teor de cloretos. Método corrente. Lisboa: IPQ. 2 p.
- NP-4405 (2002). Microbiologia alimentar. Regras gerais para a contagem de microrganismos. Contagem de colónias a 30° C. Lisboa: IPQ. 6 p.
- NP-2077 (1985) - Microbiologia alimentar. Carne e produtos cárneos. Contagem de bolores e leveduras. Lisboa: IPQ. 9 p.
- NP-3441 (1990) - Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação do pH. Processo de referência. Lisboa: IPQ. 8 p.
- NP-4137 (1991) – Microbiologia alimentar. Regras gerais para contagem de *Enterobacteriaceae*. Lisboa: IPQ. 11 p.
- Nychas, G., & Drosinos, E. (2000). Meat and Poultry. Spoilage of meat. Problems caused by bacteria. In R. Robinson, C. Batt, & P. Patel (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (1st ed.). Bath: Academic Press.
- O'Donnell, N., & Tracy, G. (2010). *Baby Love: Healthy, Easy, Delicious Meals for Your Baby and Toddler*. Macmillan.
- Pandey, A., Joshi, V., Nigam, P., & Soccol, C. (2000). Enterobacteriaceae, coliforms and E. coli. In R. Robinson, C. Batt, & P. Patel (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology*. Bath: Academic Press.
- Peck, M. W. (2009). Biology and Genomic Analysis of *Clostridium botulinum*. In R. K. Poole (Ed.), *Advances in Microbial Physiology*. Academic Press.
- Pelletier, J. E., & Laska, M. N. (2012). Balancing healthy meals and busy lives: associations between work, school, and family responsibilities and perceived time constraints among young adults. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 44(6), 481–9.
- Potter, N. N., & Hotchkiss, J. H. (1998). *Food Science*. Maryland: Aspen.
- Prange, R. K., DeLong, J. M., Daniels-Lake, B. J., & Harrison, P. A. (2005). Innovation in controlled atmosphere technology. *Stewart Postharvest Review*, (October), 3–9.
- Rahaman, M. S. (1999). Highpressure Treatment in Food preservation. In E. Palou, A. López-Malo, G. Barbosa-cánocas, & B. G. Swanson (Eds.), *Handbook of Food preservation* (pp. 533–570). New York: Marcel Dekker.
- Raju, P. S., & Bawa, A. S. (2006). Food Additives in Fruit Processing. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (1st ed., pp. 145–186). Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd.
- Rastogi, N. K. (2013). *Recent developments in High Pressure Processing of foods. High-Pressure Processing of Plant Products*. Springer Science & Business Media.
- Regulamento (UE) nº 1169/2011 do parlamento europeu e do conselho de 25 de Outubro de 2011. *Jornal Oficial Da União Europeia*.

- Regulamento (CE) nº 1425/2003 da comissão de 11 de agosto de 2003. *Jornal Oficial Da União Europeia*.
- Regulamento (CE) nº 1881/2006 da comissão de 19 de dezembro de 2006. *Jornal Oficial Da União Europeia*.
- Rompf, A., & Jahn, D. (2000). Ecology of bacteria and fungi in foods. Influence of redox potential and pH. In R. Robinson, C. Batt, & P. Patel (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (1st ed., pp. 556–563). Bath: Academic Press.
- Rose, A. H., & Tempest, D. W. (1986). *Advances in Microbial Physiology, Volume 28*. London: Harcourt Brace Jovanovich.
- Rosen, J. C., & Kader, A. A. (1989). Postharvest Physiology and Quality Maintenance of Sliced Pear and Strawberry Fruits. *Journal of Food Science*, 54(3), 656–659.
- Ross, T., & Nichols, D. (2000). Ecology of bacteria and fungi in foods. Influence of temperature. In R. Robinson, C. Batt, & P. Patel (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (1st ed., pp. 547–556). Bath: Academic Press.
- Sangronis, E., Pothakamury, U., Ramos, A. M., Ibaraz, A., Barbosa-Cánovas, G. V., & Swanson, B. G. (1997). La Alta presión Hidrostática: Una alternativa en el procesamiento no térmico de alimentos. *Alimentaria*, 33, 33–43.
- Santos, M. I., Correia, C., Cunha, M. I. C., Saraiva, M. M., & Novais, M. R. (2003). Valores Guia para avaliação da qualidade microbiológica de alimentos prontos a comer preparados em estabelecimentos de restauração. *Revista Da Ordem Dos Farmacêuticos*, 64, 66–68.
- Saravacos, G. D. (1970). Effect of temperature on viscosity of fruit juices and purees. *Journal of Food Science*, 35(2), 122–125.
- Shaw, R. (1996). Extending the shelf-life of chilled ready meals. In S. Taylor, A. Raimundo, M. Severini, & F. Smulders (Eds.), *Meat quality and meat packaging* (pp. 359–367). Utrecht: ECCEAMST.
- Silva, R. do N., Monteiro, V. N., Alcanfor, J. D. X., Assis, E. M., & Asquieri, E. R. (2003). Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 23(3), 337–341.
- Sinha, N. K. (2006). Apples. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (pp. 265–278). Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd.
- Slater, J., Sevenhuysen, G., Edginton, B., & O'neil, J. (2012). “Trying to make it all come together”: structuration and employed mothers’ experience of family food provisioning in Canada. *Health Promotion International*, 27(3), 405–415.
- Smulders, F. J. M., & Greer, G. G. (1998). Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: prospects and controversies. *International Journal of Food Microbiology*, 44(3), 149–169.
- Soomro, A. H., Masud, T., & Anwaar, K. (2002). Role of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Food Preservation and Human Health—A Review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 20–24.
- Stoloff, L. (1975). *Patulin, a contaminant of apple juice*. New York.
- Sulaiman, A., Soo, M. J., Yoon, M. M. L., Farid, M., & Silva, F. V. M. (2015). Modeling the polyphenoloxidase inactivation kinetics in pear, apple and strawberry purees after High Pressure Processing. *Journal of Food Engineering*, 147, 89–94.
- The W. Edwards Deming Institute. (2017). W. Edwards Deming Quotes. Retrieved August 28, 2017, from <http://quotes.deming.org/books/>

- Tontisirin, K., MacLean, W. C., & Warwick, P. (2002). Food energy : methods of analysis and conversion factors : report of a technical workshop, Rome, 3-6 December 2002. In *Technical Workshop on Food Energy: Methods of Analysis and Conversion Factors* (p. 87). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Tournas, V., Heeres, J. & Burgees, L. (2006). Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices. *Food Microbiology*, 23(7), 684-688.
- Torres, M. W. (2013). Cornerstone of HACCP. *International Food Safety and Quality Network*.
- Traverso, A. (2011). *The Apple Lover's Cookbook*. W. W. Norton & Company.
- USDA Branded Food Products Database, Agricultural Research Service, Sept. 2015, [ndb.nal.usda.gov/ndb/](http://ndb.nal.usda.gov/ndb/).
- USDA. (2015). Refrigeration and Food Safety.
- van den Berg, C., & Bruin, S. (1981). Water activity and its estimation in food systems: theoretical aspects. In L. B. Rockland & G. F. Stewart (Eds.), *Water Activity Influences on Food Quality. A Treatise on the Influence of Bound and Free Water on the Quality and Stability of Foods and Other* (pp. 1–33). London: Academic Press.
- VanNortwick, M. (2001). MAKING IT WORK: Cooking and chilling in the 21st Century. *FoodService Director*, 14(1), 88.
- Varnam, A., & Sutherland, J. M. (1995). *Meat and Meat Products: Technology, Chemistry and Microbiology* (1st ed.). Verlag: Springer US.
- Walker, S. J., Archer, P., & Banks, J. G. (1990). Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. *Journal of Applied Bacteriology*, 68(2), 157–162.
- Wood, D. C. (2013). *Principles of Quality Costs: Financial Measures for Implementation of Quality Management*. (D. C. Wood, Ed.) (4th ed.). Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Yam, K. L. (2009). *The Wiley encyclopedia of packaging technology*. Wiley, A John Wiley & Sons, Inc.
- Yildiz, F., & Wiley, R. C. (2017). *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. (F. Yildiz & R. C. Wiley, Eds.) (Second Edi). Maryland: Chapman & Hall.
- Yui, H. H. (1999). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. CRC Press.

## Anexo I – Plano HACCP – purés

Etapa/MPS/ME	PCC			Monitorização				Ação corretiva		Validação
	Descrição do Perigo	Nº	Limite Crítico	Método	Frequência	Resp.	Registo	Ação	Resp.	
Desinfecção por imersão	Permanência de microrganismos patogénicos (ex.: <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	PCC 1B	Banho com doseamento de cloro ativo <120 ppm; t < 5 min	Registo de lavagem e desinfecção das frutas e hortícolas, do controlo do teor de cloro na solução e das eventuais correções da concentração da solução	Por lote	Operadoras e Diretora de Qualidade	Mod.SIX .02.01	1. Diluição inferior a 120 ppm - nova imersão em solução com concentração superior a 120 ppm 2. Tempo <5 minutos - nova imersão com tempo ≥ 5 minutos	Responsável Qualidade	Estudo efetuado pela empresa, estudos de validação efetuados internamente, formação dos operadores responsáveis por esta etapa, bibliografia diversa.
Cozer em água	Sobrevivência de microrganismos patogénicos	PCC 2B	Temp ≥75°C, durante 2min no centro do produto	Colocação da sonda de temperatura no centro do produto	À saída do equipamento de confeção (forno, basculante, fogão, marmita)	Operador Fabril	Mod.SIX .07.01	Prolongar o tempo de aquecimento até atingir ≥75°C durante 2 minutos no centro térmico do produto. Repetir monitorização. Formação do pessoal da confeção.	Diretora de Qualidade, Diretores de Produção	Estudo de validação de temperaturas, plano de manutenção preventiva, registo de verificação e certificados de calibração de equipamentos.
Armazenamento	Multiplicação de microrganismos patogénicos (ex.: <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	PCC 3B	> 8°C e > 90 minutos	Monitorização da temperatura	15-15 (reg. Informático) e bidário (reg. manual)	Responsáveis pelo Armazém	Registo informático e Mod.SVI II.01.01 para registo manual	Evacuar a câmara para uma outra funcional, antes que o binómio temperatura/tempo seja excedido. Se tal não for possível e temperatura > 8°C e tempo > 90 minutos - rejeição total de produto. Formação dos colaboradores. Rever Plano de manutenção. Reparar equipamento avariado.	Diretora de Qualidade, Diretores de Produção e Responsável Manutenção	Estudo de validação de temperaturas, plano de manutenção preventiva, registo de verificação e certificados de calibração de equipamentos de frio.
Expedição	Multiplicação de microrganismos patogénicos (ex.: <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	PCC 4B	> 8°C e > 90 minutos	Monitorização da temperatura	Antes da recolha da carga pela Empresa Prestadora do Serviço de Transporte	Responsáveis de Picking / Expedição e Motoristas da Empresa Prestadora do Serviço de Transporte	Ticket frio e Mod.SVI II.10.01	Se temperatura > 8°C e tempo > 90 minutos - rejeição total de produto. Formação dos colaboradores.	Diretora de Qualidade, Diretores de Produção.	Estudo de validação de temperaturas, registos de verificação e certificados de calibração de equipamentos de frio.

## Anexo II – Quadro de Análise e Identificação de Perigos -Purés de Fruta

**Legenda:** F - Físico Q - Químico B - Biológico P - Probabilidade S - Severidade R - Risco Res - Resultado D - Desprezável AC - A Considerar Q1/Q2/Q3/Q4 - Questões árvore decisão PC - Ponto de Controlo PCC - Pontos críticos de Controlo

Etapa/MPS/ME	Descrição de Perigo	Causas	Avaliação do Perigo				Medidas de controlo	Árvore de decisão					Validação Externa	Validação Interna/ Documentação Associada
			P	S	R	Res		Q1	Q2	Q3	Q4	Res		
Receção de água	B Água contaminada com <i>Escherichia coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Enterococcus</i> , entre outros microrganismos.	Inadequado controlo da entidade gestora	1	2	2	D	Água da rede pública (controlada), Análises internas	---	---	---	---	---		Plano analítico anual da empresa. Boletins analíticos (entidade gestora e empresa)
	Q Presença de substâncias químicas tóxicas	Inadequado controlo da entidade gestora, inadequadas condições de manutenção da tubagem	1	2	2	D	Água da rede pública (controlada), Manutenção preventiva das tubagens, Análises internas	---	---	---	---	---		Boletins analíticos (entidade gestora e empresa), Registo de manutenção preventiva
	F Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
Receção de materiais de embalagem	B Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	Q Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	F Presença de partículas estranhas ao material de embalagem	Falta de integridade no acondicionamento e/ou transporte	1	3	3	A/C	Verificação da integridade das embalagens de grupagem. Inspeção visual do material de embalagem rececionado	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Registo de controlo à receção
	B Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---

Armazenamento de materiais de embalagem	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	F	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Receção de fruta	B	Fruta contaminada com Clostrídeos sulfito-redutores, Coliformes totais, <i>Escherichia coli</i> , Salmonela, etc.	Água de rega imprópria, excesso de maturação, temperaturas inadequadas no armazenamento e transporte, antes da receção	1	3	3	AC	Fornecedores com sistema de segurança alimentar implementado, auditorias aos fornecedores, análise dos boletins analíticos enviados pelo fornecedor, Controlo na receção - inspeção visual da fruta e do seu acondicionamento	S	N	S	---	PC	Factors that Influence Microbial Growth. Vol. 2 (Supplement), 2003— Comprehensive reviews in food science and food safety ..[FDA] Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. 2001. The “Bad Bug Book” [Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook]. <a href="http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html">http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html</a> . Accessed 2001 Dec10...Jay JM. 2000. Modern food microbiology. 6th ed. Código das Boas Práticas Agrícolas ( <a href="http://www.drapn.min-agricultura.pt">www.drapn.min-agricultura.pt</a> ). Legislação aplicável.	Relatórios de auditorias a fornecedores, questionários fornecedores, boletins analíticos enviados pelos fornecedores, registo de receção e de ocorrências - fornecedores
	Q	Presença de resíduos de pesticidas e/ou fertilizantes (1)	Más práticas agrícolas	1	2	2	D	Análise dos boletins analíticos e cadernos de campo, enviados pelos fornecedores	S	N	N	---	PC	Boletins analíticos e cadernos de campo, enviados pelos fornecedores	
	F	Presença de corpos estranhos	Más práticas agrícolas e de transporte	1	3	3	AC	Inspeção visual da fruta	S	N	S	S	PC	Registo de receção da fruta, registo de receção e de ocorrências - fornecedores	

Armazenamento de fruta	B	Desenvolvimento de microrganismos patogénicos	Más práticas de armazenamento (temp., disposição e rotação de stocks), contaminação cruzada com outros produtos, presença de pragas	1	2	2	D	Boas práticas de armazenamento, temperatura controlada, manutenção preventiva do equipamento de refrigeração, inspeção visual, integridade no acondicionamento	---	---	---	---	---		Estudo de validação de temperaturas, checklist semanal - verificação geral, registo automático de temperatura, certificado de conformidade e de calibração do dispositivo de monitorização de temperatura
	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	F	Presença de corpos estranhos	Más práticas de armazenamento e/ou de conduta pessoal	1	3	3	AC	Boas práticas de armazenamento e de conduta pessoal, inspeção visual, integridade no acondicionamento	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Checklist semanal - verificação geral, manual de boas práticas de higiene e fabrico
Receção de solução desinfetante	B	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	Q	Percentagem de cloro ativo excessiva	Produto inadequado para o sector alimentar, Incumprimento da especificação do produto por parte do fornecedor	1	2	2	D	Seleção e avaliação de fornecedores	---	---	---	---	---		Ficha Técnica (produto adequado para o sector alimentar)
	F	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
Armazenamento de solução desinfetante	B	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---

	F	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---	
Desinfecção por imersão	B	Permanência de microrganismos patogénicos (ex: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> spp, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	Desinfecção inadequada	1	3	3	AC	Correta preparação da solução desinfetante, cumprimento do período de tempo de imersão, controlo da concentração da solução	S	S	---	---	PCC 1B	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Estudo de validação do binómio tempo/concentração, registo de desinfecção da fruta, boletins resultantes do controlo analítico efetuado pela Controlvet ao produto acabado e a produto higienizado
	Q	Resíduos de cloro ativo	Incorreto doseamento da solução desinfetante	2	1	2	D	Correta preparação da solução desinfetante, controlo das condições de desinfecção	---	---	---	---	---		Registo de lavagem e desinfecção da fruta
	F	Permanência de corpos estranhos	Não cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico	1	3	3	AC	Cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Manual de boas práticas de higiene e fabrico, verificação através de inspeção visual
Descasque e corte manual	B	Recontaminação microbiológica	Utensílios mal higienizados, não cumprimento do manual de boas práticas de higiene e fabrico, higiene pessoal das manipuladoras inadequada	1	3	3	AC	Boas práticas de higiene e fabrico, utensílios devidamente higienizados, bem como toda a área de trabalho, higiene pessoal das manipuladoras adequada ao trabalho com géneros alimentares	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Checklist semanal - verificação geral, manual de boas práticas de higiene e fabrico, boletins analíticos do controlo efetuado às mãos e luvas das manipuladoras e às superfícies e utensílios, testes



															de validação de procedimentos
	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	F	Contaminação com corpos estranhos	Higienização inadequada, más práticas de higiene e fabrico, uso de adornos.	1	3	3	AC	Cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico, inspeção visual permanente	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Manual de boas práticas de higiene e fabrico, verificação através de inspeção visual
Confeção e trituração da fruta	B	Sobrevivência de microrganismos patogénicos (ex: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> spp, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	Inadequado controlo da água pela entidade gestora, inadequada aplicação de temperatura, inadequadas práticas de higiene pessoal e/ou de higienização de utensílios	1	2	2	D	Controlo e registo de produção. Água fornecida (controlada). Análises internas, higienização adequada da cozedora/misturadora, boas práticas de higiene pessoal, emprego de cozedura completa (Temperatura mínima 75°C no cerne do produto), Verificação da temperatura no cerne de produtos.	S	N	S	S	PCC 2B		Registo de produção, manual de boas práticas de higiene e fabrico, registos diários de higienização, boletins analíticos do controlo efetuado à cozedora/misturadora, produto final e água.

	Q	Presença de resíduos de produtos químicos de higienização	Incumprimento do plano de higienização	1	2	2	D	Cumprimento do plano de higienização para o equipamento; Sensibilização dos colaboradores responsáveis pelas tarefas para as boas práticas inerentes à higienização das superfícies.	---	---	---	---	---		Plano de Higienização; Registos de Higienização; Manipulação dos Produtos de Higienização; Fichas técnicas e de segurança dos produtos de higienização.
	F	Permanência e/ou contaminação com corpos estranhos	Não cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico, uso de adornos.	1	3	3	AC	Cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico, inspeção visual permanente	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Manual de boas práticas de higiene e fabrico, verificação através de inspeção visual
Porcionamento puré	B	Contaminação com microrganismos patogénicos (ex: <i>E. Coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> )	Inadequadas práticas de higiene pessoal e/ou de higienização de utensílios	1	2	2	D	Análises internas, boas práticas de higiene pessoal, integridade das luvas de proteção, integridade dos materiais de embalagem (taças, tampas, e filme)	---	---	---	---	---		Manual de boas práticas de higiene e fabrico, boletins analíticos do controlo efetuado às mãos, luvas e produto final.
	Q	Presença de resíduos de produtos químicos de higienização	Incumprimento do plano de higienização	1	2	2	D	Cumprimento do plano de higienização para os utensílios; Sensibilização dos colaboradores responsáveis pelas tarefas para as boas práticas inerentes à higienização das superfícies.	---	---	---	---	---		Plano de Higienização; Registos de Higienização; Manipulação dos Produtos de Higienização; Fichas técnicas e de segurança dos produtos de higienização.

	F	Contaminação com corpos estranhos	Higienização inadequada, más práticas de higiene e fabrico, uso de adornos.	1	3	3	AC	Cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico, inspeção visual permanente	S	N	S	S	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Manual de boas práticas de higiene e fabrico, verificação através de inspeção visual
Embalamento do puré	B	Contaminação com microrganismos patogénicos (ex: <i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> )	Más práticas de higiene por parte das manipuladoras.	1	2	2	D	Higienização adequada dos tapetes de transporte e termosseladora, boas práticas de higiene pessoal	S	N	N	---	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Registos diários de higienização. Manual de boas práticas de higiene e fabrico. Boletins analíticos do produto acabado
	Q	Presença de resíduos de produtos químicos de higienização	Incumprimento do plano de higienização	1	2	2	D	Cumprimento do plano de higienização para os equipamentos; Sensibilização dos colaboradores responsáveis pelas tarefas para as boas práticas inerentes à higienização das superfícies.	---	---	---	---	---		Plano de Higienização; Registos de Higienização; Manipulação dos Produtos de Higienização; Fichas técnicas e de segurança dos produtos de higienização.
	F	Presença de objetos estranhos	Não cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico, negligência na verificação da integridade dos utensílios (quebra de uma ponta de faca, lasca de bancada de corte, quebra	1	3	3	AC	Boas práticas de higiene e fabrico, verificação constante da integridade e estado de conservação dos utensílios, inspeção visual do produto, detetor de metais.	S	N	N	---	PC	Código de Práticas Internacionais Recomendadas: Princípios Gerais de Higiene Alimentar (Codex alimentarius - FAO/WHO) / Food Code 2005 (FDA)	Instrução de trabalho de higienização de utensílios, das bancadas de trabalho e das caixas. Manual de boas práticas de higiene e fabrico. Registo de incidências (Mod.SXIII.01.01).

			de caixas). Uso de adornos.												
Rotulagem	B	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	F	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
Armazenamento	B	Desenvolvimento de microrganismos patogênicos (ex: <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	Más práticas de armazenamento (temperatura, tempo, disposição, rotação de stocks e condições de higiene da câmara)	1	3	3	AC	Boas práticas de armazenamento, temperatura regulada para o intervalo de 0°C a 4°C, higienização adequada da câmara de expedição, controlo das temperaturas, manutenção preventiva adequada.	S	N	S	N	PCC 3B	Factors that Influence Microbial Growth. Vol. 2 (Supplement), 2003— Comprehensive reviews in food science and food safety ..[FDA] Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. 2001. The “Bad Bug Book” [Foodborne pathogenic m.o. and natural toxins handbook]. <a href="http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html">http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html</a> . Accessed 2001 ..Jay JM. 2000. Modern food microbiology. 6th ed	Certificado de conformidade e calibração do equipamento de monitorização de temperatura, registo de temperaturas, registo de higienização da câmara de expedição, registo de manutenção preventiva dos equipamentos de frio.
	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---
	F	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---

Expedição	B	Desenvolvimento de microrganismos patogênicos (ex: <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.)	Más práticas de transporte - temperatura e/ou higienização inadequadas	1	3	3	AC	Boas práticas de transporte, temperatura regulada para o intervalo de 1°C a 4°C, controlo das temperaturas, manutenção preventiva dos sistemas de refrigeração dos veículos, higienização adequada das viaturas.	S	N	S	N	PCC 4B	Factors that Influence Microbial Growth. Vol. 2 (Supplement), 2003— Comprehensive reviews in food science and food safety ..[FDA] Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. 2001. The “Bad Bug Book” [Foodborne pathogenic m.o. and natural toxins handbook]. <a href="http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html">http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html</a> . Accessed 2001 ..Jay JM. 2000. Modern food microbiology. 6th ed	Certificado de conformidade e calibração do equipamento de monitorização de temperatura, tratamento de dados dos <i>datalogger</i> sempre que sejam utilizados, registo da higienização de veículos, registo de manutenção preventiva dos equipamentos de frio. Registo e controlo da temperatura à saída da câmara de expedição e à chegada ao cliente.
	Q	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	F	Não identificados	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(1) Listados nos boletins analíticos